



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

**“ENSEÑANZA LÚDICA-DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR LAS DESTREZAS
MOTORAS GRUESAS BÁSICAS EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS MEDIANTE UN
JUEGO ELECTRÓNICO INALÁMBRICO CON HERRAMIENTAS OPENSOURCE”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

AUTOR: ARIANA DE LOS ANGELES ANRRANGO SANGUINO

DIRECTOR: ING. OMAR RICARDO OÑA ROCHA

Ibarra-Ecuador

2018

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

| DATOS DEL CONTACTO | |
|------------------------|--|
| Cédula de identidad | 1003478573 |
| Apellidos y Nombres | Anrrango Sanguino Ariana de los Angeles |
| Dirección | Tobias Mena y Calixto Miranda 7-119 |
| E-mail | adanrrangos@utn.edu.ec |
| Teléfono móvil | 0983358114 |
| DATOS DE LA OBRA | |
| Título | ENSEÑANZA LÚDICA-DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR LAS DESTREZAS MOTORAS GRUESAS BÁSICAS EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS MEDIANTE UN JUEGO ELECTRÓNICO INALÁMBRICO CON HERRAMIENTAS OPENSOURCE |
| Autor | Anrrango Sanguino Ariana de los Angeles |
| Fecha | Enero 2018 |
| Programa | Pregadro |
| Título por el que opta | Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación |
| Director | Ing. Omar Ricardo Oña Rocha |

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.

Yo, Anrrango Sanguino Ariana de los Angeles, con cedula de identidad Nro. 1003478573, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS.

Yo, ANRRANGO SANGUINO ARIANA DE LOS ANGELES autor de la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación de terceros.

En la ciudad de Ibarra, enero 2018

EL AUTOR



Anrrango Sanguino Ariana de los Angeles

CI:1003478573



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.**

Yo, Anrrango Sanguino Ariana de los Angeles, con cedula de identidad Nro. 1003478573, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado con el tema: ENSEÑANZA LÚDICA-DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR LAS DESTREZAS MOTORAS GRUESAS BÁSICAS EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS MEDIANTE UN JUEGO ELECTRÓNICO INALÁMBRICO CON HERRAMIENTAS OPENSOURCE. Que ha sido desarrollado con propósito de obtener el título de Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.



Anrrango Sanguino Ariana de los Angeles

1003478573

Ibarra, enero 2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN,

INGENIERO OMAR OÑA, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE
TITULACIÓN CERTIFICA:

Que, el presente trabajo de Titulación "ENSEÑANZA LÚDICA-DIDÁCTICA PARA
DESARROLLAR LAS DESTREZAS MOTORAS GRUESAS BÁSICAS EN NIÑOS DE 3
A 6 AÑOS MEDIANTE UN JUEGO ELECTRÓNICO INALÁMBRICO CON
HERRAMIENTAS OPENSOURCE." Ha sido desarrollado por la señorita Anrango
Sanguino Ariana de los Angeles bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor de la verdad.


Ing. Omar Oña.

DIRECTOR



Ibarra, 07 diciembre de 2017
Oficio 019 – GADI CIM-2017

Señores
Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ciencias Aplicadas
Presente.-

Mediante el presente me permito CERTIFICAR que la Srta. Ariana de los Angeles Anrrango Sanguino, estudiante de la Universidad Técnica del Norte realizó las pruebas de funcionamiento del Trabajo de Titulación "enseñanza lúdica-didáctica para desarrollar las destrezas motoras gruesas básicas en niños de 3 a 6 años mediante un juego electrónico inalámbrico con herramientas opensource" en el Centro Infantil Municipal "Maria Olimpia Gudño" a un muestreo de niños(as) en edades comprendidas entre los 3 a 6 años de edad.

El criterio emitido por las educadoras de la sala verde 1 y 2 respectivamente fue favorable argumentando que los niños gracias al juguete electrónico desarrollan la postura, el equilibrio, la marcha, la vista, además la figura del juguete electrónico como una jirafa llama la atención de los niños generando expectativa, siendo un aporte muy bueno y satisfactorio.

En algunos niños el desarrollo de las habilidades requirió de un proceso más minucioso, los niños necesitaban más ayuda, realizaban mayor cantidad de veces los módulos del juguete electrónico, permitiendo estimular el desarrollo de una manera equitativa y adecuada.

La donación del juguete electrónico al Centro Infantil Municipal "Maria Olimpia Gudño" fomentará el uso de nuevas tecnologías en las aulas de clases, además de que los niños la usen como herramienta de juego lúdico aportando de esta manera a un mejor desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje.

Cordialmente

Lic. Martha Cevallos Godoy
RESPONSABLE DEL CENTRO INFANTIL MUNICIPAL
Contactos: (06) 2961 614 - 0984058191



AGRADECIMIENTO.

Expreso mi más sincero agradecimiento a las autoridades de la Universidad Técnica del Norte, al Coordinador de la Carrera de Electrónica y Redes de Comunicación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y a todos mis educadores que durante mi paso como estudiante en la casona universitaria supieron orientar mi formación académica y personal.

Especial agradecimiento a mi Director de Tesis el Ing. Omar Oña, que con sus consejos durante el desarrollo de ésta investigación me supo impulsar y dar apoyo para culminar mi carrera estudiantil de la mejor manera.

DEDICATORIA.

Este trabajo está dedicado a mi familia, en especial a mis padres Marcelo Anrrango y Mariana Sanguino, quienes con su apoyo me han sabido encaminar a cumplir mis metas tomando las decisiones correctas, además que han sido el pilar fundamental para culminar mi carrera universitaria, gracias por brindarme su amor y paciencia durante la realización del trabajo de titulación.

A mi hermano Christian, que me ha brindado ayuda desinteresada en diferentes momentos durante el transcurso de mi vida estudiantil, gracias por enseñarme a valorar el esfuerzo que podemos poner en cada acción que se realice.

A Marcelo por sus ánimos, cariño y amor constante, gracias por acompañarme en los momentos que se han tornado difíciles, sin importar las diferentes condiciones que se han presentado, tú has estado a mi lado.

Dedico este trabajo de titulación a todas las personas que me proporcionaron ayuda, motivación y cariño total desinteresado durante la realización de este Trabajo de Grado.

RESUMEN.

El presente trabajo de titulación presenta una selección de sensores capaces de desarrollar las destrezas motoras gruesas básicas en niños de edades entre 3 y 6 años.

El correcto desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas a tempranas edades permite que los niños tengan desarrollado el sistema nervioso, sistema vestibular evitando que puedan llegar a tener Ataxia, de igual manera es importante que los sentidos de la vista y el oído sean correctamente estimulados. Basándose en una investigación bibliográfica del ámbito pedagógico y médico, además de realizar la evaluación de la situación actual se estableció realizar tres módulos de evaluación para los niños.

Los tres módulos consisten en Caminar en línea recta ojos cerrados o abiertos, **MÓDULO MONTESSORI**. Con el cual se desarrollará el control postural y equilibrio, pudiendo determinar si tiene Ataxia (marcha inestable, movimiento espasmódico) y estimular al sistema vestibular (control espacial, desarrollo del oído); con los ojos abiertos el niño podrá fortalecer su coordinación, logrando una definición concisa de los colores; Coordinación de pie izquierdo, pie derecho en la marcha. Permanecer sobre un pie entre tres o cuatro segundos, **MÓDULO SOBREPIE**. Con el cual se desarrollará el equilibrio, logrando fortalecer el sistema nervioso central, sistema sensorial y cenestésico, evitando que el niño presente con el tiempo vértigo. Caminar al ritmo de la música, **MÓDULO MÚSICA**. Con el cual se desarrollará movimientos naturales de locomoción

Abstract

This work of degree presents a selection of sensors with the capacity for the development the gross motor skills in in three and six years old children.

The right development of gross motor skills in early ages helped children in the development of their nervous and vestibular system, and in the avoidance of contracting ataxia, also its very important that senses of view and ear have the correct stimulation. In base of a bibliographic investigation of pedagogic and medical sources, along with the evaluation of current situation to finally make three modules for children.

The three modules consist of walking in straight line with closed or opened eyes, MONTESSORI MODULE. With it will be accomplished the control posture and equilibrium, to determine if the child suffers Ataxia (unstable walk, with jerky moves) and stimulate the vestibular system (spatial control, and development of ear); With opened eyes the child can fortify the coordination, achieve a good color definition; Coordination of left foot, right foot on the walk. Staying in one foot for three or four seconds, OVERLAP MODULE. With it equilibrium is developed, and is achieved the strengthen of the central nervous system, and the sensorial and cenesthetic systems, this to avoid vertigo in the future of the child. Walking with music, MUSIC MODULE. With it is enforced the development of natural moves of locomotion.



Victor Rodríguez
1715446120

Rwr

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-------|
| AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE | I |
| AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD. | II |
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE | III |
| CERTIFICACIÓN. | IV |
| CERTIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN BENEFICIARIA. | V |
| AGRADECIMIENTO | VI |
| DEDICATORIA. | VII |
| RESUMEN | VIII |
| ABSTRACT..... | IX |
| ÍNDICE DE CONTENIDO. | X |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XVII |
| ÍNDICE DE TABLAS. | XXV |
| ÍNDICE DE ECUACIONES | XXVII |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1.1 TEMA | 1 |
| 1.2 PROBLEMA..... | 1 |
| 1.3 OBJETIVOS | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| 1.4 ALCANCE..... | 4 |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN | 5 |
| 1.5.1 Justificación Tecnológica o Práctica..... | 5 |
| 1.5.2 Justificación Práctica | 6 |
| 1.5.3 Justificación Metodológica | 6 |
| CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1 LA ENSEÑANZA | 7 |
| 2.1.1 Métodos de enseñanza pedagógicos | 8 |
| 2.1.1.1 Método Fröebeliano..... | 8 |
| 2.1.1.2 Método de Proyectos..... | 8 |
| 2.1.1.3 Método por descubrimiento | 9 |
| 2.1.1.4 Método socializado | 9 |
| 2.1.1.5 Método Montessori | 10 |
| 2.1.1.6 Educación Personalizada | 11 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.1.1.7 | Método Waldorf..... | 11 |
| 2.1.1.8 | Método Freinet..... | 12 |
| 2.1.1.9 | Método Agazzi..... | 12 |
| 2.1.1.10 | Método Décroly..... | 12 |
| 2.1.1.11 | Las escuelas de Reggio Emilia..... | 13 |
| 2.1.1.12 | Método Glenn Doman de estimulación temprana | 13 |
| 2.2 | ENSEÑANZA LÚDICA | 14 |
| 2.3 | LA ENSEÑANZA LÚDICA FRENTE A LA ENSEÑANZA TRADICIONAL..... | 16 |
| 2.4 | El juego motriz..... | 17 |
| 2.4.1 | Clasificación de los juegos motrices | 18 |
| 2.4.1.1 | Abiertos | 18 |
| 2.4.1.2 | Cerrados | 18 |
| 2.4.1.3 | Combinados | 18 |
| 2.5 | LAS TIC'S Y LA ENSEÑANZA LÚDICA..... | 19 |
| 2.6 | ETAPAS DE DESARROLLO COGNOSCITIVOS DE PIAGET | 21 |
| 2.7 | HABILIDADES MOTRICES BÁSICAS..... | 22 |
| 2.8 | HABILIDADES MOTRICES GRUESAS | 23 |
| 2.8.1 | Características motrices | 24 |
| 2.9 | APRENDIZAJE MOTRIZ..... | 25 |
| 2.10 | DESARROLLO MOTRIZ..... | 26 |
| 2.11 | RELACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO Y SISTEMA VESTIBULAR CON EL CORRECTO DESARROLLO DE LAS HABILIDADES MOTRICES GRUESAS | 26 |
| 2.11.1 | Sistema Nervioso | 27 |
| 2.11.2 | Sistema Vestibular | 27 |
| 2.11.3 | Características específicas del sistema nervioso y vestibular a desarrollar con el juego electrónico..... | 28 |
| 2.11.3.1 | Visualización..... | 28 |
| 2.11.3.2 | Audición | 30 |
| 2.11.3.3 | Control postural..... | 31 |
| 2.11.3.4 | Equilibrio | 31 |
| 2.12 | MÉTODOS DE ENSEÑANZA LÚDICA PARA DESARROLLAR LAS HABILIDADES MOTRICES BÁSICAS | 32 |
| 2.12.1 | Métodos lúdicos para desarrollar la vista..... | 32 |
| 2.12.2 | Métodos lúdicos para desarrollar el oído y audición | 33 |
| 2.12.3 | Métodos lúdicos para desarrollar el control postural equilibrio..... | 34 |
| 2.13 | HERRAMIENTAS QUE RIGEN A LOS MÉTODOS DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES MOTRICES GRUESAS BÁSICAS | 35 |

| | |
|--|----|
| 2.14 PLATAFORMA OPEN SOURCE | 37 |
| 2.14.1 Raspberry Pi..... | 37 |
| 2.14.2 Arduino | 38 |
| 2.15 TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA..... | 39 |
| 2.15.1 Bluetooth..... | 40 |
| 2.15.1.1 Introducción | 40 |
| 2.15.1.2 Características | 41 |
| 2.15.1.3 Funcionamiento | 41 |
| 2.15.1.4 Ventajas..... | 42 |
| 2.15.1.5 Desventajas | 43 |
| 2.15.2 WI-FI..... | 43 |
| 2.15.2.1 Introducción | 43 |
| 2.15.2.2 Ventajas..... | 44 |
| 2.15.2.3 Desventajas | 44 |
| 2.15.3 ZigBee..... | 45 |
| 2.15.3.1 Introducción | 45 |
| 2.15.3.4 Ventajas..... | 46 |
| 2.15.3.5 Desventajas | 46 |
| 2.15.4 Comparación de la tecnología Bluetooth Wi-Fi y ZigBee | 47 |
| 2.16 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE..... | 48 |
| 2.16.1 Modelos..... | 48 |
| 2.16.1.1 El modelo en cascada | 48 |
| 2.16.1.2 El modelo de desarrollo evolutivo (espiral)..... | 49 |
| 2.16.1.3 El modelo en V o de cuatro niveles | 50 |
| CAPÍTULO 3. SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO | 51 |
| 3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN | 51 |
| 3.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN..... | 52 |
| 3.2.1 Bibliográfica | 52 |
| 3.2.2 Investigación de campo..... | 52 |
| 3.2.3 La Observación | 52 |
| 3.2.3.1 Análisis y Resultados de la Observación | 53 |
| 3.2.4 La Encuesta | 55 |
| 3.3 ESTRUCTURACIÓN DE LA ENCUESTA | 55 |
| 3.4 EJECUCIÓN DE LA ENCUESTA | 57 |
| 3.4.1 Cálculo del tamaño de la muestra | 58 |
| 3.5 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE ENCUESTA | 61 |
| CAPÍTULO 4. DISEÑO Y DESARROLLO | 67 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1 Descripción general del sistema..... | 67 |
| 4.2 Limitaciones..... | 68 |
| 4.3 Requerimientos del sistema | 72 |
| 4.3.1 Requerimiento de hardware | 72 |
| 4.3.1.1 Elección de la figura del juguete | 72 |
| 4.3.1.2 Elección de colores | 73 |
| 4.3.1.3 Tamaño de la estructura | 74 |
| 4.3.2 Requerimientos funcionales | 75 |
| 4.4 Selección de software | 77 |
| 4.4.1 Tablas comparativas de componentes del sistema | 77 |
| 4.4.2 Elección de la plataforma Open Source | 83 |
| 4.4.3 Elección de la tecnología de comunicación inalámbrica | 84 |
| 4.4.4 Elección de la placa electrónica primaria..... | 84 |
| 4.4.5 Elección de la placa electrónica secundaria..... | 85 |
| 4.4.6 Elección del sensor de presión | 85 |
| 4.4.7 Elección del sensor infrarrojo | 86 |
| 4.4.8 Elección del sensor de vibración..... | 87 |
| 4.4.9 Elección de las barras led..... | 87 |
| 4.4.10 Elección del módulo MP3..... | 88 |
| 4.4.11 Elección del amplificador de audio..... | 88 |
| 4.4.12 Elección del módulo Bluetooth..... | 89 |
| 4.4.13 Elección del acelerómetro | 89 |
| 4.5 Diagrama de bloques del prototipo | 90 |
| 4.6 Diseño de la arquitectura de software | 91 |
| 4.6.1 Arquitectura en capas..... | 91 |
| 4.6.1.1. Capa de la interfaz del Usuario | 92 |
| 4.6.1.2 Capa de aplicación | 92 |
| 4.6.1.3 Capa de utilerías | 92 |
| 4.6.1.4 Capa de Núcleo | 93 |
| 4.6.2 Sistema en Contexto..... | 93 |
| 4.6.2.1 Sistema Objetivo | 94 |
| 4.6.2.2 Sistemas Superiores | 94 |
| 4.6.2.3 Sistemas Subordinados | 94 |
| 4.6.2.4 Actores | 94 |
| 4.7 Sistema Jirafa..... | 95 |
| 4.7.1 Arduino Mega 2560 | 95 |
| 4.7.1.1 Diagrama de la placa | 96 |

| | |
|---|-----|
| 4.7.1.2 Características | 96 |
| 4.7.2 Sensor de Presión Cuadrado | 98 |
| 4.7.2.1 Diagrama del Sensor de Presión | 98 |
| 4.7.2.2 Características | 98 |
| 4.7.3 Sensor PIR | 99 |
| 4.7.3.1 Diagrama del Sensor Infrarrojo PIR | 100 |
| 4.7.3.2 Características | 100 |
| 4.7.4 Sensor de Vibración piezoeléctrico V2..... | 101 |
| 4.7.4.1 Diagrama del Sensor de Vibración..... | 101 |
| 4.7.4.2 Características | 102 |
| 4.7.5 Barras Led 5060 SMD | 104 |
| 4.7.5.1 Diagrama de la barra led | 104 |
| 4.7.5.2 Características | 105 |
| 4.7.6 Tecnología de comunicación inalámbrica..... | 105 |
| 4.7.7 Módulo Bluetooth HC – 06..... | 106 |
| 4.7.7.1 Diagrama del Módulo Bluetooth | 106 |
| 4.7.7.2 Características | 107 |
| 4.7.8 Módulo DF PLAYER | 108 |
| 4.7.8.1 Diagrama del módulo DF PLAYER..... | 108 |
| 4.7.8.2 Características | 108 |
| 4.7.9 Módulo amplificador de audio TDA2030..... | 109 |
| 4.7.9.1 Diagrama del módulo TDA2030..... | 110 |
| 4.7.9.2 Características | 110 |
| 4.7.10 Consumo de corriente en el Sistema Jirafa | 111 |
| 4.7.10.1 Consumo del módulo DF PLAYER | 113 |
| 4.7.10.2 Consumo de la Plataforma Arduino Mega 2560 | 113 |
| 4.7.11 Diagrama de conexión del Sistema Jirafa | 115 |
| 4.7.11.1 Diagrama del circuito de los Sensores de Presión | 116 |
| 4.7.11.2 Diagrama de conexión del Sensor Infrarrojo | 124 |
| 4.7.11.3 Diagrama de conexión de las Barras Led..... | 127 |
| 4.7.11.4 Diagrama de conexión del Sistema de Audio | 135 |
| 4.7.11.5 Alimentación | 138 |
| 4.8 Sistema Móvil..... | 140 |
| 4.8.1 Arduino Nano..... | 140 |
| 4.8.1.1 Diagrama de la placa | 140 |
| 4.8.1.2 Características | 141 |
| 4.8.2 Acelerómetro mpu6050 | 142 |

| | |
|--|-----|
| 4.8.2.1 Diagrama del acelerómetro mpu6050 | 142 |
| 4.2.2.2 Características | 143 |
| 4.8.3 Tecnología inalámbrica..... | 144 |
| 4.8.4 Consumo de la Corriente en el Sistema Móvil..... | 144 |
| 4.8.4.1 Consumo de la Placa Arduino Nano..... | 145 |
| 4.8.5 Diagrama de conexión del Sistema Móvil | 145 |
| 4.8.6 Alimentación..... | 148 |
| 4.8.6.1 Pilas Ni CD (Nickel Cadmio)..... | 149 |
| 4.8.6.2 Pilas Minh (Níquel-Metal Hidruro)..... | 149 |
| 4.8.6.3 Tiempo de duración de la batería Ni-MHz | 151 |
| 4.9 Diagrama de flujo del Sistema Móvil | 153 |
| 4.10 Diagrama de flujo del Sistema Jirafa | 154 |
| 4.11 Código de Programación del Juguete Electrónico | 161 |
| 4.12 Diseño de GUI | 161 |
| 4.12.1 MIT app inventor | 162 |
| 4.12.1.1 Bloques característicos | 163 |
| 4.12.2 Diseño de la GUI basado en los requerimientos | 163 |
| 4.12.2.1 Pantalla de inicio | 164 |
| 4.12.2.2 Pantalla del menú de los módulos | 164 |
| 4.12.2.3 Pantalla de registro de alumnos | 164 |
| 4.12.2.4 Pantalla del módulo montessori | 165 |
| 4.12.2.5 Pantalla del módulo sobrepie | 166 |
| 4.12.2.6 Pantalla del módulo música..... | 166 |
| 4.13 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL JUGUETE ELECTRÓNICO..... | 167 |
| 4.13.1 Requerimientos estructurales | 167 |
| 4.13.2 Elección del material de la estructura | 168 |
| 4.13.3 Elección del material del cuello | 170 |
| 4.14 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO | 171 |
| 4.14.1 Módulo Montessori..... | 172 |
| 4.14.1.1 Módulo Montessori Pruebas Iniciales | 172 |
| 4.14.1.2 Módulo Montessori Pruebas finales | 173 |
| 4.14.1.3 Resultados de las pruebas del Módulo Montessori en la aplicación..... | 174 |
| 4.14.1.4 Módulo Montessori tapado ojos Pruebas Iniciales | 174 |
| 4.14.1.5 Módulo Montessori tapado ojos Pruebas Finales | 176 |
| 4.14.1.6 Resultados de las pruebas del Módulo Montessori con ojos vendados en la app | 177 |
| 4.14.2 Módulo Sobrepie..... | 177 |
| 4.14.2.1 Módulo Sobrepie Pruebas Iniciales | 178 |

| | |
|--|-----|
| 4.14.2.2 Módulo Sobrepie Pruebas Finales..... | 183 |
| 4.14.2.3 Resultados de las pruebas del Módulo Sobrepie en la aplicación..... | 186 |
| 4.14.3 Módulo Música..... | 187 |
| 4.14.3.1 Módulo Música Pruebas Iniciales | 188 |
| 4.14.3.2 Módulo Música Pruebas Finales | 191 |
| 4.14.3.3 Resultados de las pruebas del Módulo Música en la aplicación | 194 |
| 4.14.4 Resultados totales de los Módulos en la aplicación | 194 |
| 4.14.5 Factibilidad del juguete electrónico basado en las pruebas de funcionamiento..... | 196 |
| CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 200 |
| 5.1 CONCLUSIONES | 200 |
| 5.2 RECOMENDACIONES | 200 |
| BIBLIOGRAFÍA | 203 |
| ANEXO 1. OBSERVACIÓN DIRECTA | 208 |
| ANEXO 2. ENCUESTA..... | 209 |
| ANEXO 3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO SENSOR DE VIBRACIÓN | 213 |
| ANEXO 4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO SENSOR DE PRESIÓN | 216 |
| ANEXO 5. EDICIÓN DE PISTAS DE AUDIO | 223 |
| ANEXO 6. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL ACELERÓMETRO | 225 |
| ANEXO 7. CÓDIGO FUENTE DE PROGRAMACIÓN | 236 |
| ANEXO 8. MANUAL DE USUARIO | 261 |
| ANEXO 9. REALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA JIRafa | 275 |
| ANEXO 10. REALIZACIÓN DE LA LONA DE LA ESTRUCTURA DE LA JIRafa | 279 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Etapas del Método de Poyectos | 9 |
| Figura 2. Aspectos del Método Socializado..... | 10 |
| Figura 3. Los principios de la pedagogía de Montessori | 11 |
| Figura 4. Principios básicos de la Educación Personalizada..... | 11 |
| Figura 5. Escenarios basados en la didáctica general | 21 |
| Figura 6. Clasificación de las Habilidades Motoras Básicas | 22 |
| Figura 7. Significado de los Colores Básicos | 29 |
| Figura 8. Retos del Control Postural | 31 |
| Figura 9. Dones de Froebel..... | 33 |
| Figura 10. Juegos según Montessori..... | 34 |
| Figura 11. Tabla comparativa Raspberry Pi..... | 38 |
| Figura 12. Características principales de la tecnología Bluetooth | 40 |
| Figura 13. Logo de la tecnología bluetooth | 41 |
| Figura 14. Logo de alianza zigbee | 46 |
| Figura 15. Modelo en cascada | 49 |
| Figura 16. Modelo de Desarrollo Espiral..... | 49 |
| Figura 17. Modelo en V o de 4 niveles | 50 |
| Figura 18. Pregunta 1 | 61 |
| Figura 19. Pregunta 2 | 62 |
| Figura 20. Pregunta 3 | 62 |
| Figura 21. Pregunta 3 | 63 |
| Figura 22. Pregunta 4..... | 64 |
| Figura 23. Pregunta 5 | 65 |
| Figura 24. Pregunta 6 | 65 |
| Figura 25. Proceso del niño en el módulo Montessori con los ojos abiertos | 69 |
| Figura 26. Proceso del niño en el módulo Montessori con los ojos cerrados | 69 |
| Figura 27. Proceso del niño en el módulo Sobrepie..... | 70 |
| Figura 28. Proceso del niño en el módulo Música..... | 71 |
| Figura 29. Diseño de la estructura del juguete electrónico en Adobe Illustrator | 73 |
| Figura 30. Filtros de gel en láminas de colores y Papel Vegetal | 74 |
| Figura 31. Medidas de la estructura del juguete electrónico..... | 75 |
| Figura 32. Diagrama de bloques general del juguete electrónico | 90 |
| Figura 33: Arquitectura en capas | 92 |
| Figura 34: Arquitectura de sistema en contexto..... | 93 |
| Figura 35. Lista de elementos electrónicos que se encuentran dentro del sistema jirafa..... | 95 |
| Figura 36. Diagrama de los pines de la placa electrónica Arduino Mega 2560..... | 96 |
| Figura 37. Arduino Mega vista frontal y posterior | 97 |

| | |
|---|-----|
| Figura 38. Diagrama de los pines del sensor de presión cuadrado | 98 |
| Figura 39. Sensor de presión o de fuerza resistivo..... | 99 |
| Figura 40. Diagrama de los pines del sensor infrarrojo | 100 |
| Figura 41. Sensor infrarrojo en su vista frontal y posterior | 101 |
| Figura 42. Diagrama de los pines y circuito interno del sensor de vibración | 101 |
| Figura 43. Diagrama de pines de las Barras de tres leds..... | 105 |
| Figura 44. Módulo bluetooth HC-06 vista frontal y posterior | 106 |
| Figura 45. Diagrama de pines y circuito interno del módulo bluetooth HC-06..... | 107 |
| Figura 46. Diagrama de pines del módulo mp3 df player..... | 108 |
| Figura 47. Diagrama del circuito interno del módulo TDA2030..... | 110 |
| Figura 48. Vista superior y posterior del módulo de amplificación de audio TDA2030..... | 111 |
| Figura 49. Diagrama de conexión de sensores del sistema jirafa..... | 115 |
| Figura 50. Diagrama de conexión de sensores de presión | 116 |
| Figura 51. 4 Esponjas y sensor de presión | 117 |
| Figura 52. Niños de 3 (izq) y 6 (der) años parada en un pie | 117 |
| Figura 53. Niños de 3 (izq) y 6 (der) años parada en dos pies..... | 117 |
| Figura 54. Conexión y estructura de los sensores de presión | 118 |
| Figura 55. Sensor de presión en resistencia modo Pull – Down..... | 119 |
| Figura 56. Resistencia – Código de colores | 120 |
| Figura 57. Diseño de la placa de los sensores de presión | 123 |
| Figura 58. Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión de sensores de presión en resistencia pull – down | 123 |
| Figura 59. Pistas ruteadas de la conexión de los sensores de presión en resistencia Pull - Down impresas en papel termotransferible | 123 |
| Figura 60. Placa de los sensores de presión vista frontal y pistas soldadas vista posterior | 124 |
| Figura 61. Diagrama de conexión del Sensor Infrarrojo..... | 124 |
| Figura 62. Ensamblaje del sensor infrarrojo en la estructura de la jirafa..... | 125 |
| Figura 63. Diseño de la placa electrónica del sensor infrarrojo | 126 |
| Figura 64. Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión del sensor infrarrojo | 126 |
| Figura 65. Pistas ruteadas de la conexión del sensor infrarrojo en papel termotransferible | 126 |
| Figura 66. Placa del sensor infrarrojo vista frontal y pistas soldadas vista posterior..... | 127 |
| Figura 67. Diagrama de conexión de las barras led | 127 |
| Figura 68. Elección de la posición correcta de las barras led | 128 |
| Figura 69. Posición y conexión de las barras led..... | 128 |
| Figura 70. Conexión de Darlington en un circuito con los diodos de protección para cargas inductivas | 130 |
| Figura 71. Conexión de un transistor | 130 |

| | |
|---|-----|
| Figura 72. Conexión del transistor con las barras led | 132 |
| Figura 73. Conexión de las seis barras led con el transistor | 133 |
| Figura 74. Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión de las barras led..... | 133 |
| Figura 75. Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión de las barras led impresas en papel termotransferible | 134 |
| Figura 76. Placa de las barras led vista frontal y pistas soldadas vista posterior | 134 |
| Figura 77. Diagrama de conexión del sistema de Audio | 135 |
| Figura 78. Pines del módulo mp3 df player | 135 |
| Figura 79. Diseño de la placa electrónica del módulo df player | 136 |
| Figura 80. Pistas ruteadas del circuito electrónico del módulo df player | 137 |
| Figura 81. Pistas ruteadas del circuito electrónico del módulo df player impresas en papel termotransferible | 137 |
| Figura 82. Placa del sistema de audio vista frontal y pistas soldadas vista posterior | 137 |
| Figura 83. Lista de sensores y elementos electrónicos del sistema móvil | 140 |
| Figura 84. Diagrama de pines de la placa electrónica Arduino Nano | 141 |
| Figura 85. Arduino nano vista frontal y posterior..... | 141 |
| Figura 86. Diagrama de pines del acelerómetro mpu6050 | 142 |
| Figura 87. Acelerómetro mpu6050 sin soldar sus partes | 142 |
| Figura 88. Diagrama de conexión de sensores del sistema móvil..... | 146 |
| Figura 89. Posición del acelerómetro..... | 146 |
| Figura 90. Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión del acelerómetro..... | 147 |
| Figura 91. Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión del acelerómetro en papel termotransferible | 147 |
| Figura 92. Placa del sistema móvil y pistas soldadas..... | 148 |
| Figura 93. Batería recargable de Niquel Cadmio..... | 149 |
| Figura 94. Batería recargable de Niquel Metal Hidruro | 149 |
| Figura 95. Diagrama de flujo del Sistema Móvil..... | 154 |
| Figura 96. Diagrama de flujo del Sistema Jirafa..... | 155 |
| Figura 97. Diagrama de flujo del Sistema Jirafa – Módulo Montessori | 156 |
| Figura 98. Diagrama de flujo del Sistema Jirafa – Módulo Sobrepie | 158 |
| Figura 99. Diagrama de flujo del Sistema Jirafa – Módulo Música | 160 |
| Figura 100. Diagrama de flujo del Sistema Jirafa – Case Final | 160 |
| Figura 101. Logo MIT App Inventor | 163 |
| Figura 102. Pantalla de inicio | 164 |
| Figura 103. Pantalla de menú..... | 164 |
| Figura 104. Pantalla de registro de alumnos | 165 |
| Figura 105. Pantalla del módulo montessori..... | 165 |

| | |
|--|-----|
| Figura 106. Pantalla del módulo sobrepie..... | 166 |
| Figura 107. Pantalla del módulo música..... | 166 |
| Figura 108. Tapa superior (izq.) e inferior (der.) de la estructura del juguete electrónico | 169 |
| Figura 109. Estructura del diseño del juguete electrónico cubierto con lona | 170 |
| Figura 110. Acrílico cortado con las medidas de cada casillero del cuello de la jirafa | 171 |
| Figura 111. Fotografía del niño Daniel sin y con chaleco | 172 |
| Figura 112. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Montessori con ayuda..... | 172 |
| Figura 113. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Montessori sin ayuda | 173 |
| Figura 114. Secuencia de fotografías pruebas finales Montessori | 173 |
| Figura 115. Calificaciones semana inicial Módulo Montessori..... | 174 |
| Figura 116. Calificaciones semana final Módulo Montessori | 174 |
| Figura 117. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Montessori ojos vendados con ayuda | 175 |
| Figura 118. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Montessori ojos vendados..... | 175 |
| Figura 119. Secuencia de fotografías pruebas finales Montessori ojos vendados | 176 |
| Figura 120. Calificaciones semana inicial módulo Montessori ojos vendados..... | 177 |
| Figura 121. Calificaciones semana final módulo Montessori ojos vendados | 177 |
| Figura 122. Fotografía del niño Felipe..... | 178 |
| Figura 123. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie primer recuadro | 178 |
| Figura 124. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie primer recuadro vista lateral | 179 |
| Figura 125. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie segundo recuadro..... | 179 |
| Figura 126. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie segundo recuadro vista lateral | 179 |
| Figura 127. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie tercer recuadro | 180 |
| Figura 128. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie tercer recuadro vista lateral..... | 180 |
| Figura 129. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie cuarto recuadro | 181 |
| Figura 130. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie cuarto recuadro vista lateral..... | 181 |
| Figura 131. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie quinto recuadro..... | 181 |
| Figura 132. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie quinto recuadro vista lateral | 182 |
| Figura 133. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie sexto recuadro..... | 182 |
| Figura 134. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie sexto recuadro vista lateral | 182 |
| Figura 135. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie primer recuadro vista lateral..... | 183 |
| Figura 136. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie segundo recuadro | 183 |
| Figura 137. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie segundo recuadro vista lateral | 184 |
| Figura 138. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie tercer recuadro..... | 184 |
| Figura 139. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie tercer recuadro vista lateral | 184 |
| Figura 140. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie cuarto recuadro..... | 185 |
| Figura 141. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie cuarto recuadro vista lateral | 185 |
| Figura 142. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie quinto recuadro..... | 185 |

| | |
|--|-----|
| Figura 143. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie quinto recuadro vista lateral | 186 |
| Figura 144. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie sexto recuadro | 186 |
| Figura 145. Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie sexto recuadro vista lateral | 186 |
| Figura 146. Calificaciones semana inicial Módulo Sobrepie..... | 187 |
| Figura 147. Calificaciones semana final Módulo Sobrepie | 187 |
| Figura 148. Fotografía de la niña Isabella..... | 187 |
| Figura 149. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad fácil | 188 |
| Figura 150. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad fácil vista lateral..... | 189 |
| Figura 151. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad medio | 189 |
| Figura 152. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad medio vista lateral..... | 190 |
| Figura 153. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad difícil..... | 191 |
| Figura 154. Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad difícil vista lateral | 191 |
| Figura 155. Secuencia de fotografías pruebas finales Música dificultad fácil..... | 192 |
| Figura 156. Secuencia de fotografías pruebas finales Música dificultad medio | 193 |
| Figura 157. Secuencia de fotografías pruebas finales Música dificultad difícil | 193 |
| Figura 158. Calificaciones semana inicial Módulo Música | 194 |
| Figura 159. Calificaciones semana final Módulo Música..... | 194 |
| Figura 160. Registro de notas de las primeras semanas..... | 195 |
| Figura 161. Registro de notas de las últimas semanas | 195 |
| Figura 163. Circuito en protoboard pruebas de funcionamientos con pulsadores | 211 |
| Figura 164. Resultados del terminal del inicio de la simulación | 212 |
| Figura 165. Resultado al presionar el sensor 1 | 212 |
| Figura 166. Resultado al presionar el sensor 2 | 212 |
| Figura 167. Resultado al presionar el sensor 3 | 212 |
| Figura 168. Resultado al presionar el sensor 4 | 213 |
| Figura 169. Resultado al presionar el sensor 5 | 213 |
| Figura 170. Resultado al presionar el sensor 6 | 213 |
| Figura 171. Resultados del terminal de la finalización de la simulación..... | 213 |
| Figura 172. Circuito en protoboard pruebas de funcionamientos con pulsadores | 214 |
| Figura 173. Resultado al iniciar la prueba | 215 |
| Figura 174. Resultado al presionar el pulsador 1..... | 215 |
| Figura 175. Resultado al presionar el pulsador 2..... | 215 |
| Figura 176. Resultado al presionar el pulsador 3..... | 215 |
| Figura 177. Resultado al presionar el pulsador 4..... | 216 |
| Figura 178. Resultado al presionar el pulsador 5..... | 216 |
| Figura 179. Resultado al presionar el pulsador 6..... | 216 |
| Figura 180. Resultado al finalizar la prueba | 216 |

| | |
|---|-----|
| Figura 181. Conexión de los sensores de presión en baquelita..... | 217 |
| Figura 182. Pruebas de la conexión de los sensores en la estructura | 217 |
| Figura 183. Prueba de sensor con niño de 6 años | 218 |
| Figura 184. Prueba de sensor con niño de 3 años | 218 |
| Figura 185. Resultado al iniciar la prueba | 218 |
| Figura 186. Resultado al presionar el sensor 1 | 219 |
| Figura 187. Resultado al presionar el sensor 2 | 219 |
| Figura 188. Resultado al presionar el sensor 3 | 219 |
| Figura 189. Resultado al presionar el sensor 4 | 219 |
| Figura 190. Resultado al presionar el sensor 5 | 220 |
| Figura 191. Resultado al presionar el sensor 6 | 220 |
| Figura 192. Resultado al finalizar la prueba | 220 |
| Figura 193. Pantalla de edición de Adobe Audition CC | 222 |
| Figura 194. Prueba de programa de edición de audios | 222 |
| Figura 195. Prueba de micrófono..... | 222 |
| Figura 196. Grabación de los audios..... | 222 |
| Figura 197. Circuito en protoboard pruebas de funcionamientos con pulsadores | 225 |
| Figura 198. Posición perpendicular al eje y de la tierra..... | 225 |
| Figura 199. Posición paralela al eje y de la tierra (Der.)..... | 226 |
| Figura 200. Posición paralela al eje y de la tierra (Izq.) | 226 |
| Figura 201. Posición del acelerómetro en el cuerpo del niño | 227 |
| Figura 202. Caminata del niño en línea recta..... | 227 |
| Figura 203. Monitoreo de la caminata en línea recta | 228 |
| Figura 204. Giro del cuerpo del niño hacia la derecha | 228 |
| Figura 205. Giro del cuerpo del niño hacia abajo | 229 |
| Figura 206. Captura de pantalla de los resultados del giro del cuerpo del niño en varias posiciones | 229 |
| Figura 207. Giro del cuerpo del niño hacia la derecha | 230 |
| Figura 208. Giro del cuerpo del niño hacia la izquierda | 230 |
| Figura 209. Giro del cuerpo del niño hacia derecha | 230 |
| Figura 210. Giro del cuerpo del niño hacia la izquierda | 231 |
| Figura 211. Captura de pantalla del giro del cuerpo del niño en varias posiciones | 231 |
| Figura 212. Aplicación MIT AI2..... | 259 |
| Figura 213. Configuración de aplicación..... | 259 |
| Figura 214. Aplicación MIT AI2 código. | 260 |
| Figura 215. Pantalla de Inicio | 260 |
| Figura 216. Pantalla de Menú de selección..... | 260 |
| Figura 217. Pantalla de Base de Datos..... | 261 |

| | |
|---|-----|
| Figura 218. Pantalla de Registro | 261 |
| Figura 219. Pantalla de Registro – Instrucciones..... | 262 |
| Figura 220. Pantalla de Registro – Introducción de campos..... | 262 |
| Figura 221. Pantalla de Base de Datos..... | 262 |
| Figura 222. Pantalla de Base de Datos Actualizada..... | 262 |
| Figura 223. Pantalla de Actualizar Datos..... | 263 |
| Figura 224. Pantalla de Actualizar Datos – Ingresar Datos | 263 |
| Figura 225. Pantalla de Actualizar Datos – Corregir Datos..... | 263 |
| Figura 226. Pantalla de Base de Datos..... | 264 |
| Figura 227. Pantalla de Borrar Datos..... | 264 |
| Figura 228. Pantalla de Borrar Datos – Ingresar Datos a borrar | 264 |
| Figura 229. Pantalla Juego Montessori | 265 |
| Figura 230. Pantalla Juego Montessori – Buscar | 266 |
| Figura 231. Pantalla Juego Montessori – Guardar..... | 266 |
| Figura 232. Pantalla de Base de Datos..... | 267 |
| Figura 233. Pantalla de Juego Montessori – Repetir juego..... | 267 |
| Figura 234. Pantalla Juego Sobrepie..... | 268 |
| Figura 235. Pantalla Juego Sobrepie – Buscar..... | 269 |
| Figura 236. Pantalla Juego Sobrepie – Guardar..... | 269 |
| Figura 237. Pantalla de Base de Datos..... | 270 |
| Figura 238. Pantalla Juego Sobrepie – Repetir | 270 |
| Figura 239. Pantalla Juego Música | 271 |
| Figura 240. Pantalla Juego Música – Buscar | 271 |
| Figura 241. Pantalla Juego Música – Guardar | 272 |
| Figura 242. Medidas de corte de la tabla triplex..... | 273 |
| Figura 243. Plantilla del diseño del juguete electrónico | 273 |
| Figura 244. Cortar el diseño del juguete electrónico | 273 |
| Figura 245. Resultado del proceso de cortado | 274 |
| Figura 246. Realización de los bordes con la máquina caladora | 274 |
| Figura 247. Realización de orificios para los cables..... | 274 |
| Figura 248. Realización de canaletas en la tapa inferior de la estructura del juguete electrónico | 275 |
| Figura 249. Pegado de las tapas superior e inferior de la estructura del juguete electrónico..... | 275 |
| Figura 250. Realización de orificios para los parlantes | 275 |
| Figura 251. Tapa superior (izq.) e inferior (dere.) de la estructura del juguete electrónico..... | 276 |
| Figura 252. Vista posterior caja de baquelitas | 276 |
| Figura 253. Vista frontal caja de baquelitas..... | 276 |
| Figura 254. Pantalla de edición y herramientas de Adobe Illustrator | 277 |

| | |
|--|-----|
| Figura 255. Figura de la jirafa editada en Adobe Illustrator | 278 |
| Figura 256. Impresión de la figura en la lona | 278 |
| Figura 257. Resultado final de la lona ensamblada en la estructura | 278 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Juego Bolsa de Arte | 35 |
| Tabla 2. Juego Camino | 36 |
| Tabla 3. Juego Bailoteo..... | 36 |
| Tabla 4. Características de los módulos de Arduino más usados | 39 |
| Tabla 5. Nivel de confianza | 59 |
| Tabla 6. Tabla de requerimientos funcionales de hardware..... | 72 |
| Tabla 7. Medidas en cm del pie del niño según la edad..... | 74 |
| Tabla 8. Tabla de requerimientos funcionales | 75 |
| Tabla 9. Tabla de decisión para la elección de la plataforma Open Source..... | 77 |
| Tabla 10. Tabla de decisión para la elección de la tecnología inalámbrica | 78 |
| Tabla 11. Tabla de decisión para la elección de la placa electrónica primaria | 78 |
| Tabla 12. Tabla de decisión para la elección de la placa electrónica secundaria..... | 79 |
| Tabla 13. Tabla de decisión para la elección del sensor de presión..... | 79 |
| Tabla 14. Tabla de decisión para la elección del sensor infrarrojo | 80 |
| Tabla 15. Tabla de decisión para la elección del sensor de vibración | 80 |
| Tabla 16. Tabla de decisión para la elección de las barras led | 81 |
| Tabla 17. Tabla de comparación del módulo mp3..... | 81 |
| Tabla 18. Tabla de decisión para la elección del módulo amplificador de audio | 82 |
| Tabla 19. Tabla de decisión para la elección del módulo Bluetooth..... | 82 |
| Tabla 20. Tabla de decisión para la elección del acelerómetro..... | 82 |
| Tabla 21. Tabla de elección de la plataforma Open Source..... | 83 |
| Tabla 22. Tabla de elección de la tecnología inalámbrica | 84 |
| Tabla 23. Tabla de elección de la placa electrónica primaria | 84 |
| Tabla 24. Tabla de elección de la placa electrónica secundaria..... | 85 |
| Tabla 25. Tabla de elección del sensor de presión..... | 86 |
| Tabla 26. Tabla de elección del sensor infrarrojo | 86 |
| Tabla 27. Tabla de elección del sensor de vibración | 87 |
| Tabla 28. Tabla de elección de las barras led | 87 |
| Tabla 29. Tabla de elección del módulo mp3 | 88 |
| Tabla 30. Tabla de elección del módulo amplificador de audio | 88 |
| Tabla 31. Tabla de elección del módulo Bluetooth..... | 89 |
| Tabla 32. Tabla de elección del módulo acelerómetro | 89 |
| Tabla 33. Tabla de requerimientos del sensor de vibración..... | 103 |
| Tabla 34. Tabla de reemplazo del sensor de vibración | 103 |
| Tabla 35. Tabla de elección del sensor de vibración | 104 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 36. Corriente teórica de los elementos del sistema jirafa..... | 112 |
| Tabla 37. Distribución de corriente en la Plataforma Arduino Mega 2560 | 113 |
| Tabla 38. Corriente en los Elementos del Sistema Jirafa..... | 114 |
| Tabla 39. Nomenclatura de diagrama | 116 |
| Tabla 40. Datos del niño de 3 años | 118 |
| Tabla 41. Datos del niño de 6 años | 118 |
| Tabla 42. Código de colores de las resistencias | 120 |
| Tabla 43. Tabla de requerimientos para regular la intensidad de la luz led..... | 129 |
| Tabla 44. Transistores que cumplen la función de regular el flujo de corriente | 129 |
| Tabla 45. Tabla para la elección del transistor..... | 129 |
| Tabla 46. Voltajes de los elementos del sistema jirafa | 138 |
| Tabla 47. Tabla de requerimientos para la fuente | 138 |
| Tabla 48. Fuentes de 12 Voltios..... | 139 |
| Tabla 49. Tabla de elección de la fuente..... | 139 |
| Tabla 50. Consumo de Energía en el Sistema Móvil | 144 |
| Tabla 51. Voltajes de los elementos del sistema móvil | 148 |
| Tabla 52. Tabla de requerimiento para la elección de batería recargable | 150 |
| Tabla 53. Tabla de decisión de la batería recargable | 150 |
| Tabla 54. Tabla de elección de la batería recargable | 151 |
| Tabla 55. Valores para calcular el tiempo de duración de la batería | 151 |
| Tabla 56. Tabla de requerimiento para el diseño de la interfaz del usuario..... | 162 |
| Tabla 57. Tabla de decisión para la elección del software para crear la interfaz de usuario | 163 |
| Tabla 58. Tabla de elección del software para crear la interfaz de usuario | 163 |
| Tabla 59. Tabla de requerimientos estructurales..... | 167 |
| Tabla 60. Tabla de decisión para la elección del material de la estructura de la jirafa | 168 |
| Tabla 61. Tabla de decisión para la elección del del material de la estructura de la jirafa del cuello | 168 |
| Tabla 62. Tabla de elección del del material de la estructura de la jirafa | 169 |
| Tabla 63. Tabla de elección del del material de la estructura de la jirafa del cuello | 170 |
| Tabla 64. Peso ideal de niños y niñas según la edad..... | 171 |
| Tabla 65. Clasificaciones para obtener el porcentaje de incremento | 196 |
| Tabla 66. Porcentajes de incremento | 196 |
| Tabla 67. Rangos de Factibilidad..... | 197 |
| Tabla 68. Nomenclatura de los caracteres enviados y recibidos..... | 228 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|-----|
| Ecuacion 1. Fórmula para el tamaño de la muestra | 58 |
| Ecuacion 2. Fórmula de la Potencia..... | 112 |
| Ecuacion 3. Fórmula de la Corriente | 112 |
| Ecuacion 4. Fórmula de Divisor de Voltaje | 121 |
| Ecuacion 5. Fórmula de la Corriente de base en un transistor | 131 |
| Ecuacion 6. Fórmula de la Corriente de Base | 131 |
| Ecuacion 7. Tiempo de duración de una batería | 152 |
| Ecuacion 8. Tiempo de duración de la batería..... | 153 |

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

En este capítulo se detallan las bases para el desarrollo del presente trabajo de titulación, como los son: tema, problemática, objetivos, alcance y justificación, con el propósito de dar a conocer la importancia de la realización de un juguete electrónico que estimule la enseñanza lúdica-didáctica para lograr el desarrollo de las destrezas motoras gruesas básicas en niños de 3 a 6 años.

1.1 TEMA

ENSEÑANZA LÚDICA-DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR LAS DESTREZAS MOTORAS GRUESAS BÁSICAS EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS MEDIANTE UN JUEGO ELECTRÓNICO INALÁMBRICO CON HERRAMIENTAS OPENSOURCE.

1.2 PROBLEMA

Las habilidades motoras gruesas implican el cambio de lugar del cuerpo, incluyen las actividades de saltar, correr, caminar; Siendo el objetivo el movimiento de las extremidades gruesas del cuerpo impulsando el desarrollo mental, el sistema vestibular que estimula el desarrollo del control espacial, desde temprana edad los niños empiezan a desarrollar estas habilidades, los niños de dos años empiezan a caminar, pero sin ningún tipo de control sobre sus acciones. Ya para los cuatro años de edad la habilidad de automaticidad, que es la capacidad de realizar actividades motoras sin pensar en ellas, está empezando a desarrollarse. Para los seis años su forma de desplazarse o simplemente valerse por sí mismo está más perfeccionada. El desarrollo de habilidades motoras va de la mano con el desarrollo de otras habilidades, es

decir que el dominio de una habilidad permite a que surja otra, por ejemplo al caminar sobre un objeto en línea recta además de desarrollar las habilidades motoras promueve el desarrollo del sistema nervioso, al conocer el concepto emocional de confianza, como por ejemplo el vértigo.

Los niños de 3 a 6 años de edad que asisten al Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra tienen a su disposición sogas o cintas que las maestras al momento de realizar las diferentes actividades, colocan en el piso en posición de línea recta una soga, es decir que el Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra no cuenta con herramientas actuales para incentivar el desarrollo de las habilidades motoras, siendo un problema de primer plano el retraso del aprendizaje del niño, ya que solo se enfocan en un aspecto del desarrollo y no se engloba las demás habilidades que en la edad de 3 a 6 años es importante ir formando, como por ejemplo el sistema nervioso, al incentivar los sentidos de la vista y del oído de manera adecuada y didáctica, dejando así al desarrollo del sistema nervioso como una habilidad incompleta. El sistema vestibular va de la mano con el sistema nervioso, este sistema es muy poco desarrollado en los centros infantiles a las edades de 3 a 6 años, por lo que es importante impulsar el desarrollo de este sistema aportando en el proceso de formación del niño a no tener dificultades de control espacial y equilibrio. De igual manera al no conocer del avance del desarrollo del niño por parte de quien brinda la enseñanza lúdica en base a indicadores y registros en forma histórica y automatizada, produce retraso en el proceso de aprendizaje y de enseñanza al no contar con un sistema adecuado de almacenamiento y procesamiento de datos confiables.

Al incentivar la enseñanza lúdica-didáctica se aportará al desarrollo de las habilidades motoras, sistemas nervioso y vestibular en los niños de 3 a 6 años de edad del Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra logrando llenar de interés al niño para que realice la serie de ejercicios que se pone a disposición, como son el Caminar en línea recta ojos cerrados o abiertos aportando al desarrollo del sistema nervioso y las habilidades gruesas motoras básicas,

permanecer sobre un pie entre tres o cuatro segundos logrando que el niño tenga un buen equilibrio. Facilitando el aprendizaje y desarrollo de habilidades que los niños de 3 a 6 años deben tener, con consecuencias positivas para el niño y la maestra, al obtener resultados y observar el avance del proceso del aprendizaje del niño mediante una interfaz amigable.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un juego electrónico que promueva el aprendizaje lúdico didáctico permitiendo el desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas en niños de 3 a 6 años de edad mediante la aplicación de plataformas OpenSource y comunicación inalámbrica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar los parámetros y herramientas que rigen a los métodos de enseñanza para el desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas en niños de 3 a 6 años de edad.
- Evaluar la situación actual del método de enseñanza usada para el desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas en niños de 3 a 6 años de edad en el Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra y la herramienta que respalda su enseñanza.
- Diseñar el hardware y el programa de control del juego electrónico lúdico-didáctico mediante una plataforma OpenSource a través de comunicación inalámbrica presentando una interfaz amigable con el usuario.

Implementar el software y hardware del juego electrónico lúdico-didáctico de manera correcta y realizar las pruebas correspondientes de funcionamiento para medir los resultados y objetivos propuestos.

1.4 ALCANCE.

El desarrollo del presente trabajo de titulación iniciara con la investigación de los métodos de enseñanza que usan para incrementar el desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas en niños de 3 a 6 años en base a una investigación bibliográfica. Consiguiente con la evaluación de la situación actual de los métodos y de las herramientas que se emplean en el Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra a través de herramientas adecuadas como la encuesta y la observación directa obteniendo resultados que serán evaluados y tomados como parámetros a considerar en el desarrollo del juego electrónico lúdico-didáctico.

Se diseñará el hardware de acuerdo a los datos obtenidos en las encuestas y observación directa, los gustos de los niños será un parte fundamental en el diseño. El diseño de Software se basará en herramientas OpenSource con comunicación inalámbrica para el envío de datos de los procesos realizados a una interfaz amigable con el usuario, diseño que se ejecutará en una PC o dispositivo móvil observando de esta manera los avances del desarrollo de los niños.

Los módulos incorporados en el trabajo de titulación serán:

Caminar en línea recta ojos cerrados o abiertos. Se desarrollará el control postural y equilibrio, usando Acelerómetros logrando con los ojos cerrados determinar si tiene Ataxia (marcha inestable, movimiento espasmódico) y estimular al sistema vestibular (control espacial, desarrolló del oído); con los ojos abiertos el niño podrá fortalecer su coordinación.

Se desarrollará la coordinación en conjunto con la visión usando sensores infrarrojos y juego de leds logrando una definición concisa de los colores; Coordinación de pie izquierdo, pie derecho en la marcha.

Permanecer sobre un pie entre tres o cuatro segundos. Desarrollará el equilibrio, usando sensores de presión, indicador de tiempo y sonido logrando fortalecer el sistema nervioso central, sistema sensorial y cenestésico, evitando que el niño presente con el tiempo vértigo.

Caminar al ritmo de la música. Desarrollará capacidades motrices usando sensor de vibración, indicador de tiempo y sonido logrando serenidad, orden y que el niño tenga movimientos naturales de locomoción.

Una vez culminada la implementación de Software y Hardware se procederá a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento de cada uno de los módulos con los niños del Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra, de esta manera se procederá a observar y corregir posibles errores de funcionamiento, de software o de hardware.

Se procederá a realizar el respectivo manual de Usuario

1.5 JUSTIFICACIÓN.

1.5.1 Justificación Tecnológica o Práctica. Hoy en día con la integración y la convergencia de la tecnología con las diferentes etapas de la enseñanza es imprescindible e importante conocer los fundamentos teóricos y prácticos que lleven al conocimiento de nuevos métodos de enseñanza, como lo es la enseñanza lúdica, con el propósito de mejorar y solucionar diferentes tipos de

ámbitos, como por ejemplo el incentivo el desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas en niños desde la temprana edad de los 3 años.

1.5.2 Justificación Práctica. El conocimiento de la existencia de nuevos métodos de enseñanza para los niños de 3 a 6 años de edad, abre las alternativas de optar por mejores herramientas de enseñanza, lo cual incentiva a los niños involucrados a querer aprender desarrollando de esta manera las habilidades motoras gruesas básicas. Las maestras podrán usar por sí mismo herramientas actuales, como por ejemplo un juego electrónico que servirá para mejorar el desarrollo de las habilidades motoras básicas de los niños, mediante una interfaz amigable con datos almacenados confiables que permitirán medir el avance del desarrollo de los niños.

1.5.3 Justificación Metodológica. El cumplimiento de los objetivos propuestos en la investigación, se logrará acudiendo a la utilización de las técnicas de investigación que más se ajusten al tema sujeto de análisis, como son las encuestas a las maestras del Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra; observación directa del comportamiento del niño con respecto a las habilidades gruesas motoras básicas; los resultados de las mismas ayudarán al desarrollo de la investigación y a solucionar los problemas presentes con el diseño de un juego electrónico.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

El capítulo 2 se desglosa con la investigación bibliográfica de un concepto de la enseñanza, centrándose en la enseñanza lúdica y sus principales fundamentos, abarcando de esta manera el juego en ámbito tradicional y tecnológico. Se dará a conocer conceptos fundamentales de las habilidades motrices gruesas, la relación de la enseñanza lúdica con las mismas, enfocándose en los estudios de Piaget. De manera trascendental se conocerá varios fundamentos del aprendizaje y desarrollo motriz, así como los Sistemas Nervioso y Vestibular y su relación. Además, se describen los dispositivos electrónicos, como sensores que permiten la medición de los parámetros capaces de estimular el desarrollo de las habilidades motrices gruesas básicas, comunicación inalámbrica, plataforma o sistema embebido que efectuará el control de los mismos.

2.1. La enseñanza

La mejor manera de educar y que el alumno aprenda es enseñar y asesorar con su propio proceso de aprendizaje, en conjunto con los procedimientos y aplicaciones que se usen en la educación, tomando en cuenta que se tiene un pensamiento de que la escuela debe imponer un “trabajo” al alumno, en este trabajo los alumnos pueden poner mayor o menor interés y esfuerzo personal según sea el interés y en la medida que el maestro sea un pedagogo, dejando una línea delgada entre esta característica y la colaboración de los alumnos. Piaget (2001a).

Es importante saber que el proceso de enseñanza/aprendizaje se realiza en el salón de clases y se va desarrollando conforme el maestro vaya incursionando en lo que se quiere enseñar a los alumnos.

La pedagogía es la ciencia que se ocupa de la educación y de la enseñanza, por tal motivo es imprescindible mencionar métodos que ayuden a los maestros a que los niños aprendan.

2.1.1 Métodos de enseñanza pedagógicos

Los métodos de enseñanza pedagógicos han ido evolucionando con el pasar de los años, desde 1935 con el estudio de la educación e instrucción según Jean Piaget, hasta el día de hoy se dice que los diferentes métodos de enseñanza se han construido de la mano con el progreso de la psicología de los niños. Piaget (2001b).

De esta manera tenemos varios métodos pedagógicos que se citaran a continuación:

2.1.1.1 Método Fröebeliano

Fröebel aplicó sus ideas a la educación de los niños y niñas de nivel preescolar, basándose en un método activo y natural, con un programa de canciones y juegos dirigido a educadores y padres, de esta manera se estimula las sensaciones y emociones de los niños. Además, Fröebel construyó juguetes para el logro de los objetivos educativos que se propone que cumpla el niño, a estos juguetes se los llamó “Dones” o también fueron considerados regalos, por ser un valioso material que se entregaba al niño. Velazco (2011a).

2.1.1.2 Métodos de proyectos

El creador de este método es W.H. Kilpatrick basado en John Dewey, quien defiende una educación al servicio de la vida con el análisis del pensamiento. Un método activo basado en mostrar soluciones a cualquier problema que los alumnos puedan plantearse, llevando al

alumno a realizar algo en específico y que es necesario en ciertas ocasiones resolver conjuntamente. Velazco (2011b).

Este método cuenta con varias etapas, las cuales se muestran en la figura 1:



Figura 1: Etapas del Método de Proyectos.

Fuente: Pedago guía. Recuperado de <http://pedagoguia.blogspot.com/2011/03/metodos-de-ensenanza.html>

2.1.1.3 Método por descubrimiento

Método desarrollado por David Ausubel, el cual se basa en el aprendizaje de los estudiantes a través del descubrimiento de los conocimientos, los cuales lo promueve el maestro, el cual cumple con la función de mediador y orientador. Convirtiendo de esta manera al alumno en constructor de su propio aprendizaje, buscando un desarrollo cognitivo, que ayuda al avance del trabajo en equipo y la evolución social. Velazco (2011c).

2.1.1.4 Método socializado

El método socializado se fundamenta en el trabajo participativo y grupal. La comunicación que se establece en el aula es tanto maestro y alumnos como entre los propios estudiantes. (Carrasco, 2004, p.74).

Los métodos activos y socializados inciden sobre todo en los aspectos que se detallan en la figura 2:

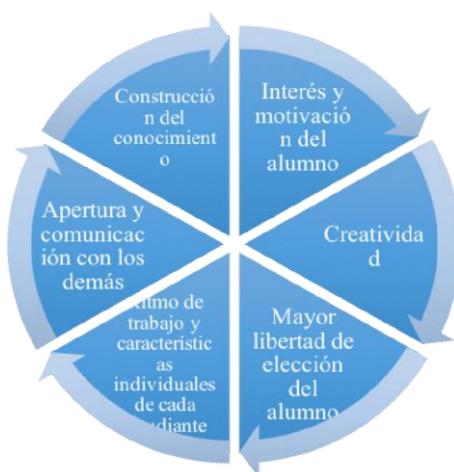


Figura 2: Aspectos del Método Socializado.

Fuente: Pedagogía. Recuperado de <http://pedagogia.blogspot.com/2011/03/metodos-de-ensenanza.html>

2.1.1.5 Método Montessori

El principio básico es seguir al niño, y se da mucha importancia al material didáctico, dando al niño la posibilidad de que imite las acciones de personas adultas sea de su familia o comunidad, proporcionándole al niño/a objetos equivalentes a su fuerza y posibilidades, en un ambiente en el cual se puedan desenvolverse y dedicarse a una actividad constructiva e inteligente. Velazco (2011d).

Siendo los niños un ser esencialmente activo, la actividad física y el movimiento son el camino por el cual la inteligencia logra la captación, y recreación del mundo exterior, permitiendo mejorar su voluntad. El hombre se relaciona con el mundo exterior a través del movimiento y la acción, por eso la escuela debe brindar al niño un ambiente apropiado, en el que pueda actuar con total libertad y pueda encontrar el material y los juguetes didácticos que respondan a su profunda necesidad de moverse, de actuar y de realizar ejercicios. Por medio de estos ejercicios libres, el niño conforma su individualidad al tener posibilidades de operar y obtener logros que le permiten sentir confianza en sí mismo. (Zapata, 1989, p.26).

Los principios que fundamentan a la pedagogía de Montessori se enuncian en la figura 3:

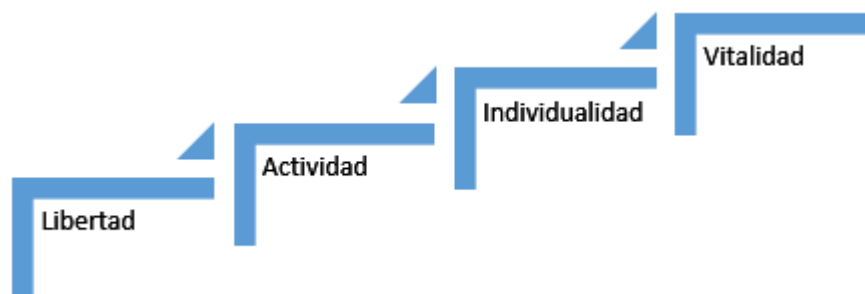


Figura 3: Los principios de la pedagogía de Montessori.

Fuente: Pedago guía. Recuperado de <http://pedagoguia.blogspot.com/2011/03/metodos-de-ensenanza.html>

2.1.1.6 Educación Personalizada

Este método se centra en el maestro, en donde esté deberá desarrollar la orientación enfocada en el alumno e incitar la reflexión, observación, búsqueda e iniciativa en el alumno. Velazco (2011e).

La educación personalizada está centrada en la figura 4 que contiene los principios básicos:

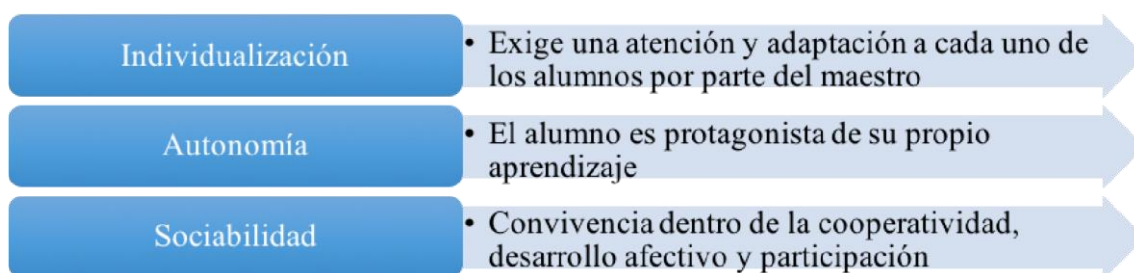


Figura 4: Principios básicos de le Educación Personalizada.

Fuente: Pedago guía. Recuperado de <http://pedagoguia.blogspot.com/2011/03/metodos-de-ensenanza.html>

2.1.1.7 Método Waldorf

El creador de este método fue Rudolf Steiner y la base es la del ser humano como la unión de cuerpo, espíritu y alma, así la educación será integral y seguirá los lineamientos del

desarrollo fisiológico, psíquico y espiritual del niño/a, combinando actividades intelectuales, artísticas y prácticas, siendo importante en este método el arte y la música. Velazco (2011f).

El juego es la estrategia metodológica indispensable en este método, así los niños aprenden a ser activos, a percibir con todos los sentidos y a poner en movimiento todo su cuerpo, distinguiendo que el aprender es una experiencia alegre.

2.1.1.8 Método Freinet

El creador de este método es Freinet, el cual considera a los niños como un ser que cuenta con una serie de conocimientos primarios al ingreso escolar y que su predisposición natural es a la acción, creación y expresión espontánea en un marco de libertad y esta acción es denominada por Freinet como trabajo, tomando esto como la finalidad de la educación. Velazco (2011g).

2.1.1.9 Método Agazzi

Creado por las hermanas Rosa y Carolina Agazzi, cumple con el objetivo de respetar la libertad y espontaneidad de los niños mediante su trabajo independiente y la representación de contenidos a través de actividades lúdicas, siendo el juego el centro, el cual pone a los maestros en un modo de observación para que puedan descubrir, interpretar y entender a los niños a través de la intuición Velazco (2011h).

2.1.1.10 Método Décroly

Este método se basa en descubrir las necesidades de los niños ya que permite conocer sus intereses rechazando la disciplina rígida. Se toma en cuenta al juego como una

representación simbólica de la realidad también es una descarga de tensiones, en donde el niño se recrea y disfruta. Velazco (2011i).

2.1.1.11 Las escuelas de Reggio Emilia

El método Reggio Emilia es el único en que anima a los niños a aprender descubriendo e investigando temas de su interés, a través de proyectos en grupo con un aprendizaje en conjunto con otros niños, con excursiones a la comunidad, en donde se puede vivenciar todo lo que el ambiente aporta, cada niño puede expresar sus sensaciones y sueños de lo vivido. Velazco (2011j).

2.1.1.12 Método Glenn Doman de estimulación temprana

El creador fue el doctor Glenn Doman con procesos basados en movimientos progresivos, estimulando las áreas motrices e intelectuales, aprovechando al máximo las posibilidades del niño iniciando el aprendizaje desde edades tempranas. Desarrollando de esta manera las capacidades físicas, intelectuales y sociales de los niños, tanto de aquellos que sufren algún tipo de discapacidad como de los que no. Velazco (2011k).

Los métodos adecuados que se deben usar para impartir una enseñanza lúdica y pedagógica a los niños, y que cumplen con las condiciones planteadas en este trabajo de titulación son: **Método agazzi, Método Fröbeliano, Método Montessori y la Educación Personalizada.** Los diferentes métodos fueron escogidos debido a que tienen al juego como característica principal, tienen el objetivo de enseñar a los niños de una manera organizada, concisa y eficaz, siendo un camino que asegura el aprendizaje fomentando el uso de diferentes objetos garantizando el interés de los niños por aprender.

2.2. Enseñanza lúdica

Se ha definido el concepto de enseñanza anteriormente, ahora necesitamos definir el concepto de lúdica/lúdico; Que es relativo al juego.

Con los conceptos dados podemos formar un concepto global, el cual abarque a la enseñanza lúdica, diciendo que es la manera de enseñar mediante el juego. Pues bien, ahora veremos qué tan importante es la enseñanza lúdica en los niños, desde el inicio de los tiempos el juego se ha podido considerar una forma de actividad innata en todos los seres humanos, un ejemplo claro son los primitivos con las danzas, la caza, etc. Y con el pasar de los años se ha ido formando más conceptualmente en el sentido de desarrollo, y para la época de Platón, uno de los más importantes pensadores de la Grecia antigua afirmaba que era muy importante que los niños desde los primeros años de edad se les eduque con juegos bajo vigilancia y en jardines infantiles (Platón, 1999) de la misma manera Platón implantó la matemática lúdica, que hasta el día de hoy se lo usa, introduciendo ejemplos de la vida real, pero con el predominio del cristianismo, la educación lúdica fue perdiendo valor, al ser considerados los juegos como profano, ya en el siglo XVI se incluyó los juegos de fichas y cartas para la enseñanza de la aritmética y la geometría siendo los colegios jesuitas en declarar como educativo a los juegos. Sin embargo, el concepto “trabajo-juego” de la educación lúdica se forja por Paulo Freire, citando que el niño debe desenvolverse en el trabajo como si fuera un juego. Pues bien para la pedagogía es importante incluir al juego en la enseñanza de los niños, afirmando que estudiar es un trabajo difícil que exige disciplina intelectual, y no se podría lograr sino mediante la práctica, un juego guiado puede tener consecuencias como la estimulación del aprendizaje en los niños, se puede tener un contexto ideal para la práctica y desarrollo de las habilidades adquiridas, aquellos niños que juegan aprendiendo son capaces de controlarse teniendo un

comportamiento adecuado y reconocer de mejor manera sus emociones, reduciendo así el estrés infantil y obteniendo motivación para ir a la escuela.

Según (Piaget, Psicología del niño, 1997) “El conocimiento no se obtiene de los objetos sino de las acciones que realice sobre los objetos” (p. 22). Teniendo como resultado que “el juego infantil es una actividad cultural que desarrolla la inteligencia” con ayuda de los maestros, educadores o guías al niño/a se les presenta diferentes situaciones, así de esta manera los niños podrán idealizar la respuesta con acciones a las situaciones planteadas, con el juego se irá aumentando las características cognitivas, socio-afectivas, motoras y comunicativas, siendo una manera divertida y creativa de lograr un correcto aprendizaje. Entre la edad de dos y siete años el niño desarrolla la etapa de la inteligencia intuitiva, de sentimientos interindividuales espontáneos y es en este punto en donde el niño basado en el juego puede idealizar de manera individual sus pensamientos.

El maestro o guía debe entender que el juego para el niño/a es una parte fundamental en su crecimiento, la cual hace que el niño/a pueda convertir la fantasía en realidad, haciendo al juego una manera de expresión, con la cual el niño/a puede dar a conocer sus emociones, su personalidad, poner en marcha su lenguaje y es ahí en donde el juego se vuelve una razón que ayuda a desarrollar en el niño/a los ámbitos físicos, psíquicos y sociales. Permitiendo la comprensión del mundo aprendiendo de una manera didáctica. (Ponce, 2005).

De forma lúdica se realiza una alianza entre la cultura y la inteligencia en el periodo de la vida inicial de un niño/a.

2.3. La enseñanza lúdica frente a la enseñanza tradicional

A continuación se presenta una serie de características de la enseñanza lúdica y tradicional (Crespillo, 2010).

Características de la enseñanza Lúdica

- Desarrollo de la actividad mental
- Creación, imaginación y fantasía
- Resolución de situaciones a través de juegos
- Concentración (prestar atención a las instrucciones del juego)
- Memorizar y Razonar
- Lograr que el pensamiento sea conceptual, lógico y abstracto
- Desarrollo de las capacidades motoras
- Desarrollo social (respeto, cooperación y trabajo en equipo)
- Perfección del lenguaje
- Seguridad (autoafirmarse)
- Expresar emociones y poder controlarlas
- Atracción y Motivación para aprender
- Maestro es un “animador” respetando la individualidad
- El niño/a es la figura central

Características de la enseñanza Tradicional

- Maestro es la figura central
- Los niños son los receptores
- Uso de la memorización para la exposición de temas

- Uso de la psicología conductual
- Aprendizaje mediante estímulo-respuesta
- Desarrollo de la memoria (recordar y reproducir la información)
- Uso de ejemplos para que el niño memorice
- Enseñar al niño solo cuando esté listo para aprender (sigue la maduración).

Como se ha podido observar la enseñanza lúdica causa efectos positivos en el desarrollo de varias áreas en el niño/a, lo cual a su vez estimula el aprendizaje de manera propia, es decir con el juego el niño recibe estímulos para que por sí solo desee aprender, al contrario de la enseñanza tradicional que usa la memoria y reproducción de información sin ningún tipo de incentivo volviendo el aprendizaje un poco aburrido causando desinterés, además de que se limita el desarrollo de varias aptitudes del niño/a.

2.4. El juego motriz

Los juegos motrices presentan múltiples características beneficiosas que los convierten en un medio muy importante para cualquier persona que esté vinculada al espacio educativo, recreativo o personal, con niños/as y ellos tienen la necesidad de moverse (Dragu, Dobrota, & Ploesteanu, 2011). Por esto se puede decir que los juegos motrices son una actividad natural y que satisface la demanda de movimiento de los más pequeños.

Gracias a las características de los juegos motrices se puede facilitar el progreso y la mejora física de los jugadores, así los juegos favorecen el desarrollo de todo el cuerpo además del desarrollo del sistema nervioso, estimulan los procesos metabólicos y mejoran las funciones de los sistemas circulatorio y respiratorio. (Chiva Óscar, 215). También crea un clima en donde las emociones positivas son las que destacan. (Gil & Chiva, 2014). Sin dejar de lado habilidades motrices básicas como las habilidades cognitivas, en resumen, se puede afirmar que los juegos

motrices tienen consecuencias positivas en el desarrollo global de la persona en todos los sentidos.

2.4.1 Clasificación de los juegos motrices

La clasificación de los juegos motrices que son Juegos Abiertos, Juegos Cerrados y Juegos Combinados, en los siguientes párrafos se explica cada uno de ellos.

2.4.1.1 Abiertos

Participan las habilidades cognitivo-motriz en donde el niño/a debe generar situaciones y planificar el movimiento en un tiempo y espacio libre, de manera simple con o sin refugios. (Educación Física, 2004a). Los juegos abiertos pueden ser la ronda, las escondidas, el reloj.

2.4.1.2 Cerrados

Genera un espacio más complejo, en donde las habilidades cognitivo motriz no son la base de los juegos al contrario, se basa en las exigencias externas y las del niño/a. Los juegos pueden contar con o sin refugios, en donde los desplazamientos y la velocidad son importantes y van de la mano. Siendo limitado el espacio lúdico básico y social que contienen estos juegos. (Educación Física, 2004b). Los juegos cerrados son correr, pedalear, caminar, nadar.

2.4.1.3 Combinados

Se combina una dinámica aguda de los juegos, en donde las habilidades cognitivo-motriz son considerablemente tratadas, ya que se toma mucho en cuenta la apertura lúdica profunda. Los juegos se basan en un condicionamiento en el desplazamiento a intervenir en la

posición del objeto que se use, como por ejemplo un balón. (Educación Física, 2004c). Los juegos combinados pueden ser jugar quemados, fútbol.

La clasificación de los juegos motrices ayuda al maestro a conocer que habilidades va a estimular para que se desarrollen de una manera adecuada en el niño/a, los juegos motrices se basan en que los niños/as realicen actividades recreativas o juegos adecuados en donde la principal acción es el movimiento y desarrollo de las extremidades motoras. Las actividades en el aula deben ser planeadas para que puedan desarrollar diferentes aspectos en el niño como por ejemplo estimular el trabajo en equipo, acoplarse al medio ambiente al trabajar en lugares cerrados o abiertos dependiendo de las circunstancias. De esta manera el niño/a y el maestro podrán tomar el juego de manera adecuada que vaya de la mano con la enseñanza y aprendizaje lúdico.

Hoy en día se incluye al juego como un método de enseñanza-aprendizaje, una herramienta que en varios métodos de enseñanza se lo usa, en donde se enseña con mayor libertad y se aprende de manera didáctica y rápida recordando lo aprendido. Siendo el principal propósito del juego impartir y crear conocimiento de una manera didáctica. (Pérez & Ruiz, 2010a).

2.5. Las tic's y la enseñanza lúdica

Tecnología:

Que la tecnología se apoya en la ciencia y en la planificación sistemática de las acciones propias de la tarea de enseñanza-aprendizaje, entendida esta como la estructuración y justificación del conjunto de procesos y modos de intervención más adecuados y ajustados que podamos llevar. (Medina & Salvador, 2012. p.8).

La tecnología vista de esta manera se concreta con una práctica, eficiente y eficaz, logrando aptitudes formativas, estableciendo las aptitudes como procesos racionales, que va de la mano con las respuestas ajustadas a la realidad en base a la educación

El uso de las TIC'S (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en la enseñanza lúdica implica un papel importante de avance tecnológico y aporte al aprendizaje de los niños, dejando de lado la enseñanza tradicional para abrirse camino a la era tecnológica. Un entorno grafico adecuado y un ambiente cómodo hace que el niño emita interés por aprender. (Acuña, s.f).

“La tecnología nos lleva inexorablemente a pensar en las computadoras, en Internet y también en una amplia nueva generación de dispositivos móviles y de aplicaciones en red que plantean nuevos escenarios” (Scolari, 2011, p.20). La integración de las TIC'S en la enseñanza en los diferentes centros educativos han ido a través de los últimos cincuenta años integrándose poco a poco, empezando con las presentaciones digitales en proyector, aplicaciones en teléfonos móviles, el uso de portátiles e incluso tabletas en centros de educación inicial.

En la Educación es importante la medición de indicadores básicos de las TIC'S por ejemplo, la proporción de docentes con conocimientos en el ámbito de las tecnologías.

- Facilitar e inspirar el aprendizaje y la creatividad del estudiante.
- Diseñar y desarrollar vivencias y evaluaciones de aprendizaje en la era digital.
- Modelar el trabajo y el aprendizaje de la era digital.
- Promover y modelar la ciudadanía y la responsabilidad digital y segura de entornos de vinculación.
- Fomentar el crecimiento y el liderazgo profesional

Las nuevas tecnologías ofrecen diferentes escenarios de aprendizaje basado en la didáctica general que se pueden observar en la figura 5:

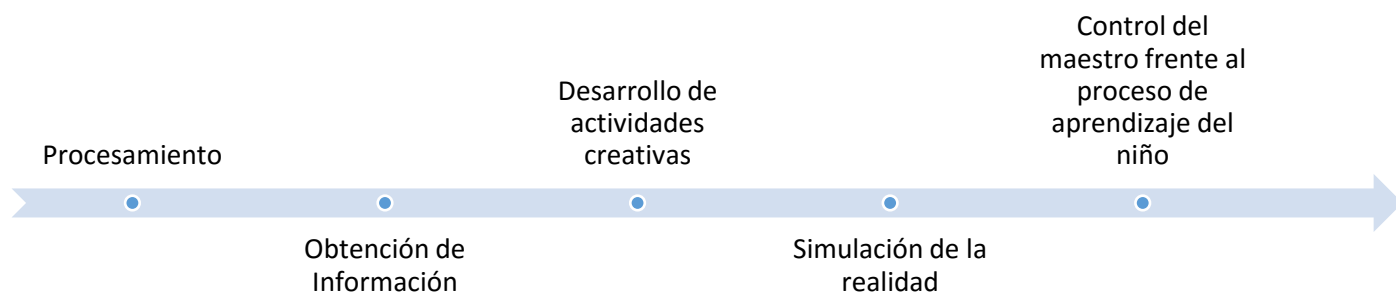


Figura 5: Escenarios basados en la didáctica general.

Fuente: María Piedad Acuña, (s.f.). Estrategia Lúdica Virtual para la enseñanza de la Educación ambiental en niños en edad preescolar

2.6. Etapas de desarrollo cognoscitivos de Piaget

Rivas (como se citó en Pérez & Ruiz, 2010) se dice que el ser humano a lo largo de su vida presenta una secuencia de estados constantes y comunes, que con el pasar del tiempo la adquisición de habilidades y el nivel del pensamiento se vuelven lógicos y formales, es así que Piaget presenta cuatro etapas de desarrollo, que son:

- **Etapa sensomotora:** Desde el nacimiento hasta los dos años de edad.
- **Etapa pre-operacional:** Desde los dos hasta los siete años de edad.
- **Etapa de operaciones concretas:** Desde los siete hasta los doce años.
- **Etapa lógico formal:** Desde los doce hasta los dieciséis años.

Al plantear estas etapas, Piaget pone a consideración que los conocimientos, el aprendizaje y desarrollo deben cursar por un proceso constructivo, siendo importante proporcionar una experiencia educativa, empezando en presentar al niño diferentes situaciones en donde se podrá experimentar el manejo de objetos, símbolos, planes interrogantes que servirán para que el niño pueda diferenciar y apreciar sus logros.

De estas etapas se dice que los niños del Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra se encuentran en la etapa pre-operacional, en donde es importante el desarrollo de sus aptitudes, usando la inteligencia sensorio-motriz para que el niño pueda involucrarse con su medio ambiente y se pueda desenvolver de manera adecuada, ya que el niño se encuentra en un sistema de representación y utiliza símbolos como palabras para representar personas, lugares y hechos, se desarrolla la inteligencia preoperatoria gracias a la inteligencia sensorio-motriz al crear condiciones adecuadas..

2.7. Habilidades motrices básicas

Las habilidades Motoras Básicas o también conocidas como las habilidades motrices son aquellas soluciones frente a “problemas” que una persona enfrenta en diferentes situaciones mediante movimientos. Siendo las habilidades básicas que la mayoría de seres humanos son capaces de realizar, como por ejemplo tender la cama o simplemente levantarse de ella. Estas habilidades son fundamentos posteriores para las habilidades motrices, como practicar algún tipo de deporte. Para la clasificación de estas habilidades se ha encontrado diferentes puntos de vista, se ha resumido en la siguiente figura 6:

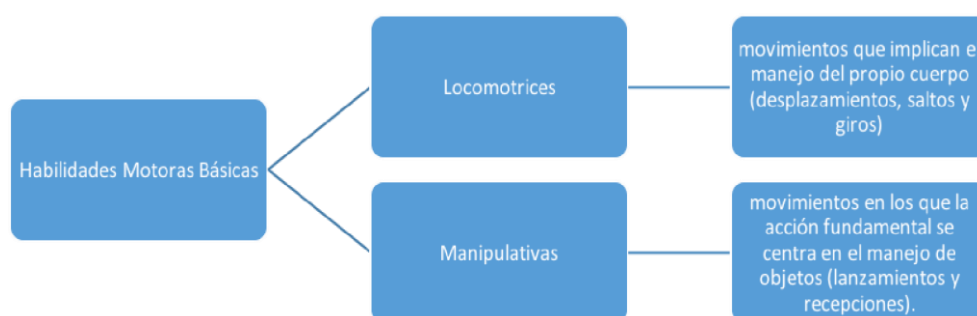


Figura 6: Clasificación de las Habilidades Motoras Básicas.

Fuente: Sánchez, F. (1984). Didáctica de la Educación Física y el Deporte. Madrid: Gymnos

La motricidad la podemos definir como “el control que el niño/a es capaz de tener sobre su propio cuerpo”, dividiéndose en dos según los movimientos:

- **Motricidad Gruesa:** Desarrollo, control y conciencia de la actividad muscular grande como por ejemplo saltar, correr, brincar, etc.
- **Motricidad Fina:** Desarrollo, control y conciencia de actividades diferenciadas y movimientos finos en donde se combina los diferentes movimientos de dedos, ojos, manos como rasgar, pintar, etc.

2.8. Habilidades motrices gruesas

Los primeros años de edad, desde los tres hasta los siete es importante como se lleva el desarrollo de las habilidades motrices. En este periodo se pone a consideración la transición que el niño debe pasar, desde las habilidades motrices básicas hasta la perfección de las mismas alcanzando la habilidad en juegos y aptitudes deportivas. De esta manera en los últimos tiempos se ha optado por realizar instrumentos, herramientas que sean encaminados al desarrollo de las habilidades motrices gruesas. (Delval, 2006a).

Se entiende que al Investigar acerca del desarrollo motor, como el “estudio de los cambios en las competencias motrices humanas desde el nacimiento a la vejez, los factores que intervienen en estos cambios, así como la relación con otros ámbitos de la conducta” (Campo, Jiménez, Maestre, & Paredes, 2011a, p.77).

Entre los 2 y 6 años de edad el cuerpo del niño/a pierde su apariencia anterior y cambia en tamaño, forma y proporciones, esto conlleva a que el desarrollo cerebral ayude a que el aprendizaje pueda ser más perfeccionado y complejo, así de la misma manera se obtiene un perfeccionamiento de las habilidades motoras gruesas y finas (Lira & Rodríguez, 1981).

Se plantea que la motricidad relaciona los movimientos con el desarrollo psíquico y del ser humano mismo. Haciendo uno solo al niño, con una mezcla del desarrollo social cognitivo, afectivo y motriz (Carvajal, Cruz, Cabal, Rivera, & Climent, 2006). Así el logro de la

locomoción que se adquiere en la vida inicial del niño/a hace que haya una exploración del ambiente en el cual se desarrolla, satisfaciendo la curiosidad, alcanzando nuevos conocimientos que favorecen el desarrollo de la comprensión y orientación espacial, así mismo la habilidad para recordar la localización de los objetos ocultos y de los conceptos de peso, distancia y altura. De igual forma, en los primeros años de vida del niño/a, la habilidad para ejecutar actos motores es una guía importante del funcionamiento mental que se relaciona con la formación y diferenciación de las emociones. (Campo, Jiménez, Maestre, & Paredes, 2011b).

Notando la importancia que tiene para el niño/a y su desarrollo, el área motora, sin dejar de lado las otras áreas, es preciso que se persiga la tarea de dirigir a los docentes hacia un aprendizaje de pautas y cualidades que logren ser competentes frente a algún caso en específico, y así de esta manera los maestros puedan dar o describir aspectos de un diagnóstico previo, el cual identifique las características del desarrollo motor, siendo los niños entre 3 y 6 años de edad los primeros beneficiarios

Los progresos de tipo motor siguen el desarrollo del sistema nervioso y están guiados por la sensibilidad, es decir todas las acciones que se realizan con el cuerpo (Crain & Dunn, 2007).

2.8.1 Características motrices

- Reacciones posturales
- Locomoción
- Coordinación general del cuerpo
- Equilibrio
- Todos los sentidos (Caminar, correr, rodar, saltar, girar, deportes, expresión corporal)

- Psicomotricidad gruesa
- Ritmo
- Coordinación viso motora (Uso de pinza, prensión, enhebrado, dibujos, encastrés, parquetry, collage, colorear, uso del punzón, dactilopuntura, construcciones, recortes)
- Respiración-Relajación neuromuscular (Actividades respiratorias de inspiración y expiración).
- Esquema corporal: (Habilidades y posibilidades de movimiento ubicándolo en un espacio y un tiempo).
- Espacio-Tiempo y Desplazamientos: (Desplazamientos, adquiriendo nociones de adelante, atrás, arriba, abajo).

Se pone en discusión la situación de no contar con las alternativas de prácticas suficientes, o el no recibir la instrucción adecuada en el desarrollo de dichas competencias, puede tener como consecuencia que los niños no adquieran la información perceptiva y motriz adecuada y necesaria para obtener un desarrollo motriz adecuado.

2.9. Aprendizaje motriz

Según Gallahue (como se citó en Escribá, 2002a), plantea al aprendizaje motor con capacidades de potencializar, aumentar e incluso abrir caminos neuronales, de esta manera se proporciona al niño/a la percepción y conciencia del movimiento muscular y posición de las partes de su cuerpo propio en el espacio. (Rodríguez, 2007).

Se toma en cuenta no solo las características del aprendizaje motor sino también las del crecimiento, en donde es importante mencionar que inicia con movimientos rudimentarios

descoordinados, continuando con la manipulación de dicho movimiento y finalmente la perfección, potencialización y mecanización de dicha actividad motora.

2.10. Desarrollo motriz

El objetivo del desarrollo motriz es poder alcanzar el dominio y control del propio cuerpo, hasta conseguir del mismo todas sus posibilidades de acción. La función motriz es la encargada de dicho desarrollo, basada en movimientos en donde se puede relacionar al niño/a con el mundo que lo envuelve, siendo un punto fundamental para el progreso y perfeccionamiento de movimientos primarios, hasta la coordinación de los grandes grupos musculares que son los encargados de los mecanismos de control postural, equilibrios y desplazamientos. (Piaget, 2001c).

Se toma en cuenta que el perfeccionamiento del desarrollo motriz depende de la maduración y del aprendizaje, de esta manera es necesario para que el aprendizaje nazca en la coordinación de movimientos, el sistema nervioso y el sistema muscular hayan alcanzado un nivel adecuado de maduración.

2.11. Relación del sistema nervioso y sistema vestibular con el correcto desarrollo de las habilidades motrices gruesas

Es importante conocer la relación que tiene el Sistema Nervioso con el Sistema Vestibular, ya que las habilidades que se van a desarrollar en el presente trabajo de titulación se relacionan entre sí.

2.11.1 Sistema nervioso

Si bien es cierto se dice que el desarrollo de una habilidad promueve el desarrollo de otra, es decir que órganos y sistemas deben funcionar coordinadamente, siendo esto posible gracias a los sistemas nervioso y endocrino, recalcando que el sistema nervioso solo está completamente desarrollado a la edad de los 15 o 16 años, entonces es importante señalar que se juega un papel muy trascendental la correcta formación de las estructuras mentales. (Piaget, 2001d; Yankovic, s.f.a).

Los avances de tipo motor, también llamadas habilidades motoras, siguen el desarrollo del sistema nervioso y están guiados por la sensibilidad. (Delval, 2006b).

Distinguimos el Sistema Nervioso Central (SNC) y el Sistema Nervioso Periférico, (SNP), distribuidos de tal forma que se ramifican en la totalidad del cuerpo. Los dos sistemas nerviosos se interconectan, el SNP recibe estímulos, como por ejemplo un pinchazo que es captado por la piel y conducido hacia el SNC, generando este último una respuesta de un movimiento muscular. Además de los movimientos voluntarios, el SN genera respuestas a estímulos de los que no somos conscientes, involuntarios, llamada esta área como motora primaria. Por otra parte, las áreas donde llega la información de los sentidos se llaman áreas sensoriales primarias: visual primaria, auditiva primaria, gustativa primaria y somato sensorial primaria, relacionada esta última básicamente con el tacto. (Yankovic, s.fb).

2.11.2 Sistema vestibular

La estimulación vestibular es el encargado de regular el sentido de movimiento y del equilibrio, lo cual permite situar el cuerpo en el espacio, los desplazamientos y el entorno. (Flores, 2015a). Y en cualquiera de sus modos requiere de altos niveles de control corporal.

“Por un lado es necesario mantener la posición vertical y desplazarnos sobre un material inestable como son las ruedas y por otro están los giros que continuamente se producen” (Anglada, 2014).

Los beneficios de la estimulación vestibular es Aprender límites, es decir un aprendizaje de “que es seguro y que no lo es”, también el Rebalanceo sensorial que es un proceso cognitivo en donde se selecciona “el mejor” sistema sensorial redundante, esto sucede entre la visión, el sistema vestibular, y la información somato sensorial, proceso que ocurre durante el mantenimiento del equilibrio. (Flores, 2015b).

2.11.3 Características específicas del sistema nervioso y vestibular a desarrollar con el juego electrónico.

Conociendo la relación que tienen los dos Sistemas entre sí, ahora se puede presentar las características que involucra a cada uno de ellos, tomando en cuenta que estas características se basan en las habilidades que el desarrollo del trabajo de titulación describe. A continuación se especifican y explican cada una de ellas.

2.11.3.1. Visualización

El sentido de la vista domina y se sobrepone al resto de los sentidos, gracias a esté se puede apreciar la distancia entre los objetos y el sujeto, pudiendo establecer referencias, contrastes y seguir al objeto con la vista. Sn embargo en algunas ocasiones la información que el sujeto recoge puede confundir al equilibrio al momento de ejecutar algunos movimientos físicos complejos. (Fraile, 2012a, p. 11-12; Flores, 2015c).

Los colores expresan estados anímicos y emociones de muy concreta significación psíquica, también ejercen acción fisiológica. (Grupo Mañana, 2006).

En la figura 7 se muestra un diagrama de pastel y en cada sección se encuentra un color con su significado.

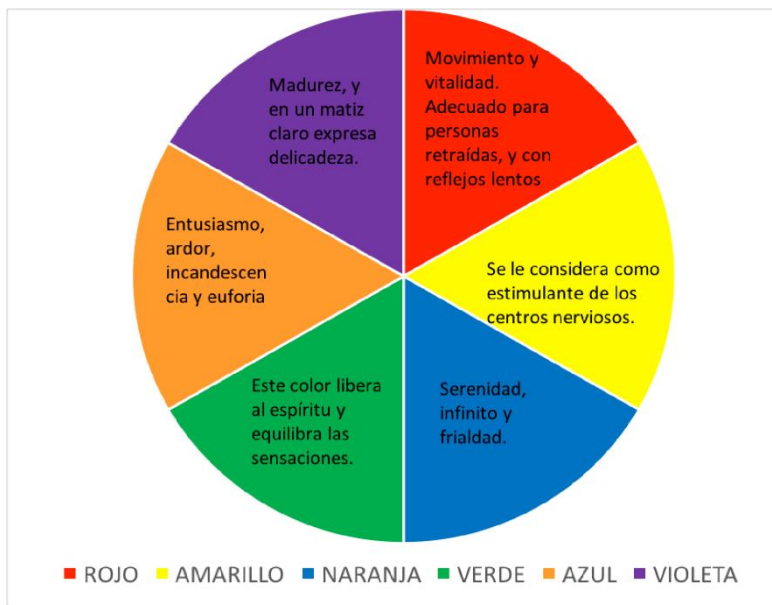


Figura 7: Significado de los Colores Básicos.

Fuente: Mercedes Bueno. Fátima López, Cristina Martínez, Paola Moreno. (Julio de 2006). Neuropsicología del color. *Psicología teórica*. Granada

De esta manera es importante que los niños en un juego puedan observar los colores primarios como el azul, rojo y amarillo; los colores secundarios como el violeta, verde y naranja cada uno de ellos aportando al desarrollo del sentido de la vista ya sea en conjunto o de manera individual, al ser observados por el niño/a generará un estímulo de serenidad por el color azul, madurez capaz de incentivar a tomar decisiones por el color violeta, equilibrio de sensaciones por el color verde, entusiasmo y euforia por realizar actividades por el color naranja, promover el movimiento lo cual es la base de este trabajo de titulación y contrarrestando la falta de atención por el color rojo y como primordial el color amarillo ya que está relacionado directamente con el Sistema Nervioso.

2.11.3.2. Audición

El sentido del oído tiene como función principal estimular el equilibrio. El oído reside en el sistema vestibular que está compuesto por el vestíbulo. (Fraile, 2012b, p. 1112).

La música cuenta con un efecto positivo en el sistema nervioso siendo introducida a edades tempranas, teniendo de esta manera la capacidad de despertar sentimientos y estados de ánimo que aportan al orden, serenidad y control con sonidos consonantes. Se puede mencionar al “efecto Mozart” el cual consiste en escuchar notas musicales instrumentales o sinfónicas activando la corteza auditiva que se la relaciona con las actividades motoras, la vista y procesos superiores del pensamiento. Se puede destacar que la música puede ayudar al aprendizaje en un aula de clases, ya que los conocimientos adquiridos con música pueden fomentar el trabajo en grupo, la integración escolar obteniendo un ambiente de aprendizaje adecuado. (Correa, 2010). Tomando en cuenta que los primeros años el canal auditivo infantil es de menor longitud que al de un adulto, dando como resultado que los niños perciban una tonalidad más aguda, con problemas para conocer la localización del sonido, mencionando que el espacio auditivo está constituido por los sonidos que llegan hasta nosotros en una situación ambiental concreta y para los niños depende de la interacción de diversos sistemas, que según el desarrollo va desde la interpretación individual hasta la vinculación en un solo espacio en común. (Munar, Rosselló, Mas, Morente, & Quetgles, 2002).

De esta manera se puede afirmar que la reproducción de las correctas notas musicales estimula el aprendizaje en los niños generando en ellos orden y serenidad al realizar cualquier tipo de actividad, es importante mencionar que el sistema auditivo del niño está en desarrollo a las edades de 3 a 6 años, por tal motivo se debe buscar notas musicales consonantes y agudas que vayan acorde del desarrollo del mismo.

2.11.3.3. Control postural

La postura según Kendall, Kendall, & Wadsworth (1986) se define como “la composición de las posiciones de todas las articulaciones del cuerpo humano en todo momento”. Es necesario un equilibrio en la musculatura anterior y posterior del cuerpo para poder mantener la postura. Y la finalidad del control postural es orientar las distintas partes del cuerpo evitando la pérdida de equilibrio, del cuerpo mismo y en relación con el mundo externo, sea que el cuerpo este en movimiento o estático. (Martín, 2002a).

El sistema postural se enfrenta a tres retos principales que se presentan en la figura 8:

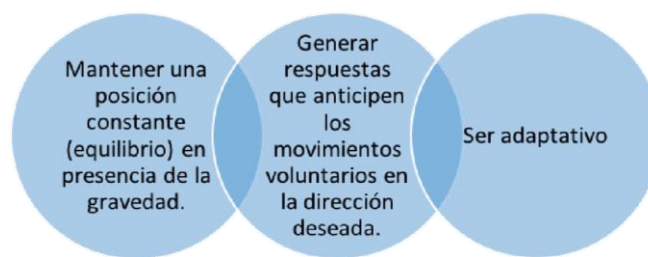


Figura 8: Retos del Control Postural.

Fuente: Martín Nogueras Ana María. Bases Neurofisiológicas del Equilibrio Postural. Bienio 2002-2004.

Salamanca

2.11.3.4. Equilibrio

Se puede decir que equilibrio es la capacidad de asumir y mantener una determinada postura en contra de la gravedad. Se relaciona con el sistema nervioso central y se necesita la información del oído, vista y Sistema Cinestésico el cual es el encargado de informar al niño/a la posición del cuerpo y de los movimientos de los músculos. (Valdiviezo, 2014; Flores, 2015d).

Para lograr un equilibrio durante los diferentes movimientos del tronco o extremidades, es necesario que el movimiento voluntario vaya precedido de un movimiento opuesto y

anticipado que traslade la proyección al suelo del centro de gravedad dentro de la nueva base de sustentación que pretende utilizar (Babinsky, 1899; Horak, Shupert, & Dietz, 1994; Martín, 2002b).

“La contribución vestibular al control postural depende del tipo de perturbación Impuesta y del lugar en el que se produce” (Martín, 2002c).

El equilibrio va de la mano con el sistema nervioso y el sistema vestibular, siendo una característica imprescindible de desarrollar en el presente trabajo de titulación, el correcto desarrollo del equilibrio permitirá que el niño pueda ir desplegando poco a poco habilidades como las musculares, la vista, el oído, los tendones y nervios. Los tipos de equilibrio ayudarán a verificar los movimientos que los niños/as realicen. Dando pie a que los maestros puedan determinar si el niño presenta daños en el sistema nervioso central.

2.12. Métodos de enseñanza lúdica para desarrollar las habilidades motrices básicas

Se mencionó anteriormente los métodos elegidos los cuales son: **Método agazzi, Método Fröbeliano, Método Montessori y la Educación Personalizada.**

2.12.1. Métodos lúdicos para desarrollar la vista

El método agazzi es el indicado para desarrollar la vista, ya que se puede reflejar el método en un juego creado por las Hermanas Agazzi, a continuación se presenta el juego

Juego: La cesta de los tesoros

Edad: 3 años

Como: El niño/a se sienta cerca de una cesta con varios objetos dentro de ella, los objetos se irían alternando, para que el niño/a pueda explorar. Después de elegir el objeto, en el caso de las frutas realizaban el reconocimiento a través de la boca

Con que: Objetos naturales, como por ejemplo frutas, piedras. Materiales metálicos, como por ejemplo llaves, instrumentos musicales. Materiales de madera, como por ejemplo cucharas de palos, maracas.

Habilidades a desarrollar: Coordinación, estimular el oído, la vista, el tacto... desarrollar la capacidad de reconocer los objetos de su entorno, fomentar la curiosidad innata del niño/a para investigar y descubrir. (Mónica, 2012)

Este juego al realizarlo con frutas se estimula básicamente la vista y que el niño pueda ir diferenciando las cosas según el color del objeto, en un mismo concepto, como por ejemplo el lápiz verde o el zapato verde, teniendo en cuenta que el niño a la edad de tres años se lleva a la boca todo lo que pueda tener en su mano, de la misma manera está desarrollando la etapa de distinguir los colores y reconocer que son diferentes. (Sosa, 2013)

2.12.2. Métodos lúdicos para desarrollar el oído y audición

El Método Fröebeliano aporta al desarrollo del oído y de la audición. Froebel estableció un programa de juegos y canciones dirigido a maestros y padres de familia, con la finalidad de desarrollar la educación de las sensaciones y las emociones de los niños. (Zapata, 1989, p.24; Navarro, 2013). De esta manera se presenta las principales actividades que Froebel estableció para desarrollar la audición que se ven reflejadas en la figura 9:



Figura 9: Dones de Froebel.

Fuente: Zapata, O. (1989). Juego y aprendizaje escolar. Perspectiva psicogenética. México D.F, Pax México

Cada uno de estos se los debe realizar con canticos, de esta manera desarrollando un sistema racional de juego en donde el niño es capaz de relacionar una melodía con una actividad, los canticos deben ser alegres en donde el niño sienta estímulo de aprender jugando.

2.12.3. Métodos lúdicos para desarrollar el control postural y equilibrio

El método Montessori se basa en el juego activo, y para esto define diferentes formas de juego que se encuentran descritas en la figura 10:

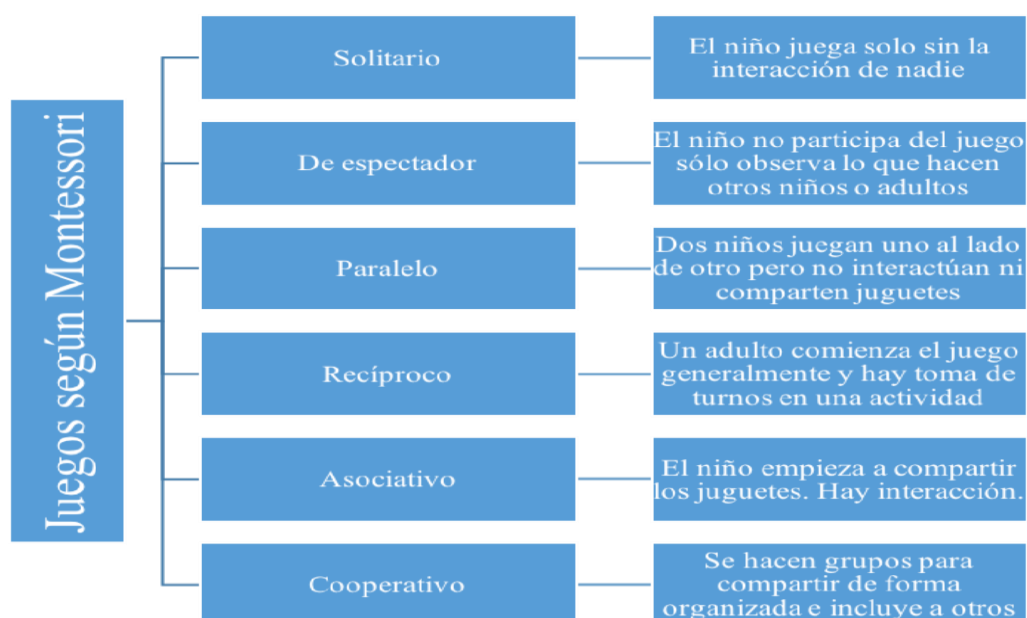


Figura 10: Juegos según Montessori.

Fuente: Aprender jugando en familia, (25, Septiembre, 2013). Montessori en el hogar [Entrada de blog].

Recuperado de http://www.aprenderjugandoenfamilia.com/2012/09/normal-0-21-false-false-false-es-xnone_25.html

El método Montessori aplicando los juegos correctos de movilidad, en donde se involucren las extremidades bajas desarrollando el equilibrio y el control postural. De esta manera este método une el cuerpo, mente y espíritu.

2.13. Herramientas que rigen a los métodos de enseñanza para el desarrollo de las habilidades motrices gruesas básicas

Las herramientas que son usadas con los niños se basan en una serie de juegos lúdicos que fomentan el desarrollo de las habilidades motrices básicas, en el Centro Infantil del Municipio de Ibarra se usan de manera frecuente los siguientes juegos:

- Bolsa de Arte
- Bailoteo
- Dos caminos

Cada uno de estos juegos se usa para desarrollar destrezas motoras gruesas básicas, a continuación se detallan las herramientas que se asocian directamente con las destrezas a desarrollar con el desarrollo del presente trabajo de titulación, estas herramientas son usadas de una manera frecuente en las aulas de clases, usan el tiempo de juego para aplicarlos.

En la Tabla 1 se muestra las habilidades, competencias y ámbitos que se desarrollan con el juego de bolsa de arte, este juego se basa en el desarrollo de la vista con el uso de pinturas.

Tabla 1: Juego bolsa de arte

| HERRAMIENTA | ÁMBITOS A DESARROLLAR | HABILIDADES Y COMPETENCIAS |
|---------------|--|----------------------------|
| BOLSA DE ARTE | Vista | Toma de decisiones |
| | Motricidad Gruesa | Creatividad |
| COMO | Cortar esponjas o lavatrastos en pedazos, humedecer un poco y después mojar cada pedazo en pintura de distintos colores. En una funda colocar una hoja en blanco con algunos pedazos de esponja de colores y sellar. | |

Fuente: Autoría

En la tabla 2 se muestra las habilidades, competencias y ámbitos que se desarrollan con el juego del camino, este juego se basa en las habilidades motoras gruesas basándose en una caminata en línea recta.

Tabla 2: Juego camino

| HERRAMIENTA | ÁMBITOS A DESARROLLAR | HABILIDADES Y COMPETENCIAS |
|--------------------|---|---|
| DOS CAMINOS | Motricidad Gruesa Decisión Espacial Vista | Habilidades de desplazamiento Habilidades Cognitivas |
| COMO | En el piso dibujar con cinta adhesiva un camino, con inicio y fin, al final del camino colocar un juguete o un libro. Los niños/as no deben salirse de la cinta adhesiva. | |

Fuente: Autoría

En la tabla 3 se muestra las habilidades, competencias y ámbitos que se desarrollan con el juego de bailoteo, este juego se basa en la motricidad gruesa y el oído generando distracción y si se obtiene un logro una satisfacción en los niños.

Tabla 3: Juego bailoteo

| HERRAMIENTA | ÁMBITOS A DESARROLLAR | HABILIDADES Y COMPETENCIAS |
|--------------------|---|-----------------------------------|
| BAILOTEO | Oído Motricidad gruesa | Habilidades de desplazamiento |
| COMO | Los niños/as deberán colocar una pelota de ping-pong entre sus cabeza con la ayuda de la maestra, luego la maestra deberá colocar música para que los niños/as bailen al ritmo de esta, la maestra deberá indicar a los niños/as que la pelota no debe caer al piso | |

Fuente: Autoría

Como se pudo observar cada uno de los juegos que se mostró en las Tablas 1, 2 y 3 respectivamente, se desarrollan habilidades que con el juguete electrónico se cubren como son, la vista enfocándose en el significado de colores y lo que produce en los niños cada color, el oído con música acorde al juego y emociones, y la motricidad gruesa siendo la habilidad fundamental del juguete.

2.14. Plataforma Open Source


Open Source es también llamado “Código Abierto” conociéndolo de esta manera al software distribuido y desarrollado de una manera libre, además el código fuente puede ser modificado, extendido o interpretado por el usuario final, si cuenta con los conocimientos

precisos. Open source permite difundir el código fuente libremente, las licencias no deben ser específicas de un solo producto o restringir otro software y tecnológicamente neutrales. (Tecnología Fácil, 2015)

Hardware libre, electrónica libre o máquinas libres se llama a los dispositivos de hardware que tienen especificaciones y diagramas esquemáticos de acceso público. El concepto de Software libre es adaptable a la del hardware libre y por eso forma parte de la cultura libre. Clasificándose en Raspberry Pi y Arduino.

2.14.1 Raspberry Pi

La Fundación Raspberry Pi se ha formado como una organización benéfica que inicio en el año 2009 para promover el estudio de la informática y la electrónica en las escuelas, es la creadora de un único ordenador considerado portable, Raspberry Pi, esta placa de tamaño reducido y de bajo costo contiene todas las herramientas fundamentales para actuar como un ordenador como son: procesador, memoria e interfaces de entrada y salida de información (audio y video), además, de una interfaz de comunicación ethernet para facilitar la conexión a la internet (raspberrypi, 2016). Se presenta en la figura 11 la comparación de las diferentes placas de Raspberry Pi.



| | Model A | Model A+ | Model B | Model B+ | 2 Model B | Zero | 3 Model B |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
| SoC | Broadcom BCM2835 | Broadcom BCM2835 | Broadcom BCM2835 | Broadcom BCM2835 | Broadcom BCM2836 | Broadcom BCM2835 | Broadcom BCM2837 |
| CPU | 700MHz ARM1176JZF-S | 700MHz ARM1176JZF-S | 700MHz ARM1176JZF-S | 700MHz ARM1176JZF-S | 900MHz Quad-core ARM Cortex-A7 | 1GHz ARM1176JZF-S | 1.2GHz QUAD ARM Cortex-A53 |
| GPU | VideoCore IV | VideoCore IV | VideoCore IV | VideoCore IV | VideoCore IV | VideoCore IV | VideoCore IV |
| RAM | 256Mb | 256Mb | 512Mb | 512Mb | 1Gb | 512Mb | 1Gb |
| USB | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 Micro | 4 |
| Video | RCA, HDMI | Jack, HDMI | RCA, HDMI | Jack, HDMI | Jack, HDMI | Mini HDMI | Jack, HDMI |
| Audio | Jack, HDMI | Jack, HDMI | Jack, HDMI | Jack, HDMI | Jack, HDMI | Mini HDMI | Jack, HDMI |
| Boot | SD | MicroSD | SD | MicroSD | MicroSD | MicroSD | MicroSD |
| Red | - | - | Ethernet 10/100 | Ethernet 10/100 | Ethernet 10/100 | - | Ethernet 10/100, WiFi, BT |
| Consumo | 300mA / 1.5w / 5v | 400mA / 2w / 5v | 700mA / 3.5w / 5v | 500mA / 2.5w / 5v | 800mA / 4w / 5v | 160mA / 0.8w / 5v | 2.5A / 12.5w / 5v |
| Alimentación | MicroUSB / GPIO | MicroUSB / GPIO | MicroUSB / GPIO | MicroUSB / GPIO | MicroUSB / GPIO | MicroUSB / GPIO | MicroUSB / GPIO |
| Tamaño | 85.6 x 53.98 mm | 65 x 56 mm | 85.6 x 53.98 mm | 85 x 56 mm | 85 x 56 mm | 65 x 30 mm | 85 x 56 mm |
| Precio | 25\$ | 20\$ | 35\$ | 35\$ | 35\$ | 5\$ | 35\$ |

Figura 11: Tabla comparativa Raspberry Pi

Fuente: (PE, 2014)

2.14.2 Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) con hardware y software muy flexibles y fáciles de usar. Arduino está dirigido para artistas, diseñadores, quienes deseen crear objetos o entornos interactivos. (Herrado, 2009). En el espacio de la Educación se ha optado por el desarrollo de plataformas electrónicas que pretendan solucionar problemas en específicos, de la misma manera se aporta conocimientos esenciales y básicos de programación de aplicaciones o de desarrollo electrónico. Así en la actualidad se motiva a personas de toda edad a introducirse en el mundo de la programación y desarrollo de proyectos electrónicos o prototipos (Arenas, 2014).

En la Tabla 4 se puede observar las características principales de los diferentes módulos de Arduino, estos módulos son los más usados en el mercado.

Tabla 4: Características de los módulos de Arduino más usados

| MÓDULOS / CARACTERÍSTICAS | ARDUINO MEGA | ARDUINO NANO | ARDUINO UNO | ARDUINO YUN | ARDUINO LEONARDO |
|--|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| MICROCONTROLADOR | Atmega 2560 | Atmega 328 | Atmega 328 | Atmega 32u4 | Atmega 32u4 |
| TENSIÓN DE FUNCIONAMIENTO | 7 – 12 V | 7 – 12 V | 7 – 12 V | 5 V | 7 – 12 V |
| VOLTAJE DE ENTRADA | 5 V | 5 V | 5 V | 5 V | 5 V |
| PINES DIGITALES | 54/15 | 14/6 | 14/6 | 20/7 | 20/7 |
| E / S | 15 PWM | 6 PWM | 6 PWM | 7 PWM | 7 PWM |
| PINES ANALÓGICOS | 16 | 6 | 6 | 12 | 12 |
| CORRIENTE DC POR CADA PIN DE ENTRADA | 40mA | 40Ma | 40mA | 40mA | 40mA |
| CORRIENTE DC DEL PIN DE 3,3 V | 50mA | 50mA | 50mA | 50mA | 50mA |
| SRAM | 8 KB | 2 KB | 2 KB | 2,5 KB | 2,5 KB |
| EEPROM | 4 KB | 1 KB | 1 KB | 1 KB | 1 KB |
| TAMAÑO | 101,2 x 53,3 mm | 45 x 18 mm | 68, 6 x 53,4 mm | 101,2 x 53,3 mm | 68,8 x 53,3 mm |
| COSTO | 35\$ | 20\$ | 28% | 110\$ | 40\$ |

Fuente: Autoría

El lenguaje de programación que usa Arduino está basado en processing.

2.15. Tecnologías de comunicación inalámbrica

Las comunicaciones inalámbricas son aquellas comunicaciones entre dispositivos (móviles o no) o entre personas que intercambian información utilizando el espectro electromagnético (Blázquez). Es decir que no se necesita cables o un medio físico por donde la información pase, de esta manera las señales viajan en forma de onda de radio por el espacio, independientemente de que exista aire o no, desde un punto a otro punto. Una de las principales ventajas de las comunicaciones inalámbricas es la libertad del usuario final al no ser obligación el conectarse a través de un medio físico, al momento de reubicar las estaciones de trabajo

resulta muy fácil evitando establecer un cableado y proporcionando rapidez en la instalación, un costo bajo en la implementación es otra ventaja de la comunicación inalámbrica. (Prieto J. , 2013). Existen varios tipos de tecnologías de transmisión inalámbrica como: Bluetooth, Wi-Fi10, Infrarrojos, Zigbee, GPS11. A continuación se establece conceptos de las tecnologías de comunicación inalámbricas más usadas.

2.15.1 Bluetooth

Se describe que es la tecnología inalámbrica Bluetooth, como funciona y las características que posee, las ventajas y desventajas que al implementar presenta.

2.15.1.1 Introducción

El nombre Bluetooth proviene del rey vikingo Harald Blatand (siglo X), en ingles se traduce: Harald Bluetooth (dente azul) que unificó y controló Dinamarca y Noruega, los creadores de esta tecnología de la misma manera que el Rey se quiso unificar e interconectar dispositivos. (Prieto, Ramírez, Morillo, & Domingo). Bluetooth es una tecnología que se describe en la figura 12:

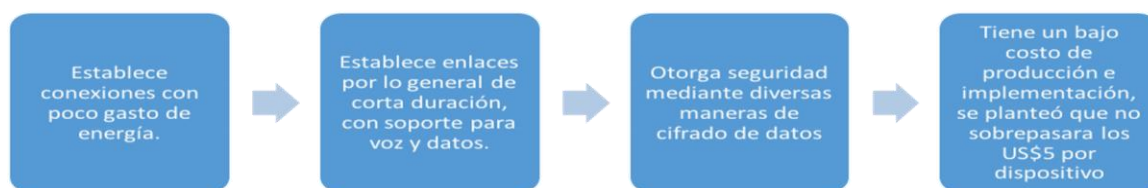


Figura 12: Características principales de la tecnología bluetooth.
Fuente: Navarrete, J. (2015).

“El logo es una combinación de dos letras del alfabeto rúnico, precisamente la H (Hagall) y la B (Berkanan)” (Plaza, 2011, párr. 5). En la figura 13 se muestra el logo del bluetooth.



Figura 13: Logo de la tecnología bluetooth.

Fuente: <http://www.freelogovectors.net/bluetooth-logo-eps-file/>

2.15.1.2 Características

A continuación se presentan diferentes características que tiene la tecnología Bluetooth (Quintana, 2012); (López & Cofré, 2012).

- Bluetooth define un alcance corto (alrededor de 10 m) y, opcionalmente, un alcance medio (alrededor de 100 m).
- Los objetos sólidos no suponen ningún obstáculo para la tecnología inalámbrica Bluetooth.
- Saltos de frecuencia se dan entre un total de 79 frecuencias con intervalos de 1Mhz; esto permite dar seguridad y robustez.
- Bluetooth se diseñó principalmente para conectar dispositivos como impresoras, teléfonos móviles, artículos para el hogar, auriculares inalámbricos, ratón, teclados, equipos o PDA (Asistente Personal Digital) entre sí, sin utilizar una conexión por cable.

2.15.1.3. Funcionamiento

El funcionamiento de la tecnología Bluetooth se trata de:

Cada dispositivo deberá estar equipado con un microchip, llamado Transceptor, que transmite y recibe en la frecuencia de 2.4 GHz. Además de los datos, están disponibles tres canales de voz. Cada dispositivo tiene una dirección única de 48 bits basado en el estándar

IEEE 802.15.1. Gracias a este protocolo, los dispositivos que lo implementan pueden comunicarse entre ellos cuando se encuentran dentro de su alcance. (Castellano, 2012).

2.15.1.4. Ventajas

Se presentan las ventajas de la tecnología de comunicación inalámbrica Bluetooth (Martínez, 2010; Arce, Figueroa, Mathieu, Rodríguez, & Valenzuela, 2013):

- Es una tecnología disponible mundialmente.
- Funciona en una amplia gama de dispositivos.
- Fácil de usar.
- El emisor de radio Bluetooth consume poca energía y puede integrarse a equipos alimentados por baterías.
- Es un sistema basado en un protocolo robusto y seguro.
- Permite movilidad dentro del área de cobertura.
- Permite la generación de redes.
- Posibilidad de manejar aplicaciones multipunto.
- Control de la información que se desea transmitir.
- Inalámbrico.
- Permite conectar distintos tipos de dispositivos electrónicos de manera rápida (impresoras, computadores, celulares, controles).
- Soporta diversos tipos de datos para el envío.
- Los dispositivos Bluetooth no necesitan una línea de visualización directa para comunicarse.

- Cada dispositivo Bluetooth tiene su propio código de emparejamiento único que se utiliza para identificar y conectarse a otros dispositivos compatibles con Bluetooth.

2.15.1.5. Desventajas

Se presentan las desventajas de la tecnología de comunicación inalámbrica Bluetooth (Arce, Figueroa, Mathieu, Rodríguez, & Valenzuela, 2013):

- Velocidad de transmisión muy lenta para transferencia de archivos pesados
- Gasta mucha energía de la batería, cuando está en el modo visible.
- Tiene un Limitado radio de acción entre los periféricos (100 metros.)
- Buffer limitado para la transferencia de datos.
- Ancho de banda bajo.
- Dificultad para emparejar más de 2 dispositivos

2.15.2. WI-FI

Se describe que es la tecnología inalámbrica Wi-Fi, como es su funcionamiento, las ventajas y desventajas que al implementar presenta. Y los estándares al que pertenece.

2.15.2.1. Introducción

Con el pasar de los tiempos se ha ido evolucionando el desarrollo de las tecnologías inalámbricas y con esto se ha permitido desplegar un sinnúmero de aplicaciones que se pueden usar fácilmente en todas las áreas. El servicio de Wi-Fi se ha vuelto una necesidad básica para las personas y con solo obtener un punto de acceso, un ruteador inalámbrico, se puede realizar la difusión del servicio de área local con distancias de hasta 100 metros, con la posibilidad de formar redes de área local en ambientes cerradas o abiertos. Entonces se puede decir que Wi-

Fi es la tecnología más conocida, basada en el estándar 802.11 del organismo IEEE, que ha conquistado el mercado desde el primer momento de aprobación de la especificación 802.11-b en 1999.

2.15.2.2. Ventajas

Se presentan las ventajas de la tecnología de comunicación inalámbrica Bluetooth:

- Acceso a la información en tiempo real.
- Movilidad y acceso dentro del área de servicio.
- Simplicidad y rapidez de instalación.
- Flexibilidad en la instalación.
- Escalabilidad.

2.15.2.3. Desventajas

Se presentan las desventajas de la tecnología de comunicación inalámbrica Bluetooth (Erazo, 2009; (Fernando, 2006) :

- Se vuelve ineficiente al añadir muchos nodos
- Seguridad muy baja
- Pérdida de velocidad conforme la longitud del cableado.
- Se puede producir pérdidas debido a las interferencias como paredes, o elementos físicos en el cableado.
- La interferencia causa que los dispositivos no funcionen.
- Las asignaciones del espectro y las limitaciones operacionales no son consistentes mundialmente.

- El consumo de electricidad es bastante alto comparado con otros estándares, haciendo la vida de la batería corta y calentándola también.
- Limitado el rango de alcance
- Los puntos de acceso gratis podrían ser usados para robar información personal por usuarios maliciosos de la red Wi-Fi.
- La interoperabilidad entre marcas o desviaciones en los estándares puede causar limitar las conexiones o bajar las velocidades de transmisión.

2.15.3. Zigbee

Se describe que es la tecnología inalámbrica Zigbee, como funciona y las características que posee, las ventajas y desventajas que al implementar presenta. Y los estándares a los que pertenece.

2.15.3.1. Introducción

“ZigBee es un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radios digitales de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal area network, WPAN).” (Ortega, Roque, & Úbeda, 2008a). ZigBee es un estándar que define un conjunto de protocolos para el armado de redes inalámbricas de corta distancia y baja velocidad de datos. Opera en las bandas de 868 MHz, 915 MHz y 2.4 GHz y puede transferir datos hasta 250Kbp. El estándar toma su nombre inspirándose en un panal de abejas, en el cual organismos individuales trabajan juntos para realizar tareas complejas “Zumbido de abejas”. En la figura 14 se muestra el logo de ZigBee.



Figura 14: Logo de alianza zigbee,

Fuente: <http://www.varitek.ec/index.php/temas/tecnologia/zigbee-zumbido-de-abejas>

2.15.3.4. Ventajas

Se presentan las ventajas de la tecnología de comunicación inalámbrica Bluetooth (Ortega, Roque, & Úbeda, 2008):

- Diseñado para el direccionamiento de información y el refrescamiento de la red.
- Reduce tiempos de espera en el envío y recepción de paquetes.
- Detección de Energía (ED).
- Baja ciclo de trabajo - Proporciona larga duración de la batería.
- Soporte para múltiples topologías de red: Estática, dinámica, estrella y malla.
- Son más baratos y de construcción más sencilla.

2.15.3.5 Desventajas

Se presentan las desventajas de la tecnología de comunicación inalámbrica Bluetooth:

- La tasa de transferencia es muy baja.
- Solo manipula textos pequeños comparados con otras tecnologías.
- Zigbee trabaja de manera que no puede ser compatible con bluetooth en todos sus aspectos porque no llegan a tener las mismas tasas de transferencia, ni la misma capacidad de soporte para nodos.
- Tiene menor cobertura porque pertenece a redes inalámbricas de tipo WPAN.

2.15.4. Comparación de Tecnología Bluetooth Wi-Fi y Zigbee

Como se pudo observar anteriormente existen muchas diferencias entre las tecnologías inalámbricas, a continuación se mencionan aquellas indispensables “Bluetooth es una

tecnología que tiene su espacio definido dentro del mercado mundial” (Acosta, 2006, p. 101). Los dispositivos Bluetooth trabajan en la banda libre “ISM “a 2.4 GHz, con ancho de banda teórico de 1Mbps y práctico de 723 Kbps, área de cobertura máxima de 10 metros.

Por su parte los dispositivos Wi-Fi operan en las bandas “ISM “a 2.4 GHz y 5GHz dependiendo del estándar, con un ancho de banda que va de los 11 Mbit/s hasta 54Mbit/s, con un área de cobertura que cubre los 15 metros hasta los 100 metros.

Los dispositivos ZigBee “necesitan menor tiempo para transmitir información que permiten dichas operaciones” (Acosta, 2006, p. 104). Así la batería que se usan en estos dispositivos puede durar mucho más tiempo que las que se usan en dispositivos bluetooth o Wi-Fi. “Las soluciones sobre el estándar ZigBee en conexión de redes, se centran en aplicaciones específicas de monitoreo” (Acosta, 2006, p. 102).

Hay que tomar en cuenta que los módulos bluetooth se utilizan en cortas distancias para el envío de voz y datos, mientras que los módulos Wi-Fi se los usa para el intercambio de archivos pesados e interconexión de redes en el internet y por parte de los módulos Zigbee se los usa para aplicaciones donde es mínima la capacidad de transferencia de información. En la actualidad el uso de la tecnología de comunicación inalámbrica en la vida cotidiana y en el desarrollo de proyectos se ha vuelto una ventaja en el mercado ya que al momento de implementar un proyecto se vuelve indispensable elegir un dispositivo de tecnología de comunicación inalámbrica.

2.16. Metodología de desarrollo de software

Para un correcto desarrollo del juguete electrónico es necesario seguir una metodología, de esta manera se obtienen resultados que satisfagan las necesidades de los usuarios. Por esto

se establece que “Para el diseño y desarrollo de proyectos de software se aplican metodologías, modelos y técnicas que permiten resolver los problemas” (Valdéz, s.f.).

Con esto se entiende que es adecuado seguir un conjunto de pasos lógicos, así se logrará alcanzar los objetivos propuestos de una manera ordenada y metódica, y que garantizará el poder ir cumpliendo paso a paso con los objetivos propuestos.

2.16.1. Modelos

Existen varios modelos a seguir, sin embargo esto no significa que son reglas que se deban cumplir a cabalidad, por lo contrario se puede decir que los procesos a seguir se pueden adaptar a nuestras necesidades.

2.16.1.1. El modelo en cascada.

Existen actividades esenciales del proceso como son especificación, desarrollo, validación y evolución. Son fases separadas del proceso, tales como la especificación de requerimientos, el diseño del software, la implementación, las pruebas, etcétera. (Valdéz, s.f.). El modelo en cascada desglosa cada una de las etapas por separado, siendo un modelo indicado para temas que se deban investigar en el desarrollo del sistema. Como se muestra en la figura 15.



Figura 15: Modelo en Cascada

Fuente: <https://ingenieriaensofwarenathalyalava.wordpress.com/2015/04/25/modelos-de-procesos-prescriptivos/>

2.16.1.2. El modelo de desarrollo evolutivo (espiral)

Este modelo enlaza las actividades de especificación, desarrollo y validación, de esta manera se puede decir que el modelo en espiral nace de un sistema inicial que se desarrolla de manera rápida a partir de especificaciones abstractas. Además este modelo se fundamenta en las peticiones del cliente para producir un sistema que satisfaga necesidades. (Valdéz, s.f.). En la figura 16 se muestra el modelo en espiral.



Figura 16: Modelo de desarrollo espiral.

Fuente: <https://ingenieriaensoftwarerathalyalava.wordpress.com/2015/04/25/modelos-de-procesos-prescriptivos/>

Así este modelo es un desarrollo rápido, siendo el centro cumplir las necesidades de los usuarios, conforme se requiera cambios o nuevas necesidades este modelo ira creciendo, pero en su proceso pueden existir dificultades, ya que el modelo se desarrolla con las necesidades.

2.16.1.3. El modelo en V o de cuatro niveles

Este modelo es una variación del modelo en cascada que presenta cómo se relacionan las actividades de diseño con pruebas y al final la codificación, con el análisis y el diseño a la izquierda y las pruebas y el mantenimiento a la derecha. (PMO, 2010). En los niveles del 1 al

4, niveles lógicos, se relaciona por cada fase de desarrollo, existe una fase correspondiente de verificación, por lo que es importante que exista un resultado que verifique lo realizado. (UDT-IA, 2008). En la figura 17 se muestra el modelo en v.

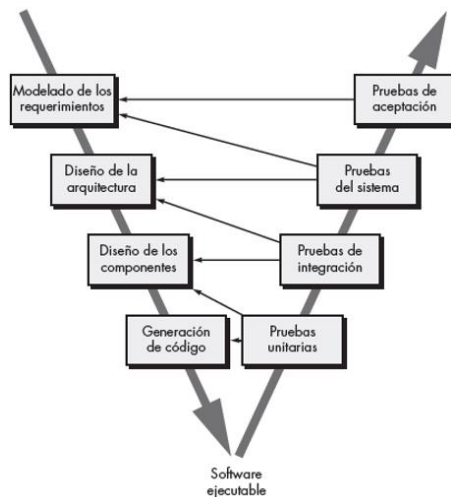


Figura 17: Modelo en V o de cuatro niveles. .

Fuente: <https://ingenieriaensofwarenathalyalava.wordpress.com/2015/04/25/modelos-de-procesos-prescriptivos/>

CAPÍTULO 3

SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO

En el capítulo 3 se expone métodos de enseñanza lúdica que los maestros/as aplican en el proceso de enseñanza en el aula, así como las herramientas que utilizan para estimular el

correcto desarrollo de las Habilidades motoras básicas, sistema nervioso y sistema vestibular en niños de 3 a 6 años; Aplicando técnicas de investigación que refuercen a este trabajo de titulación como factible dentro del marco de una metodología de la investigación.

3.1. Metodología de investigación

En el Manual de Metodología de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2002) manifiesta que:

El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. La propuesta debe tener apoyo, bien sea una investigación de tipo documental y debe referirse a la formulación de políticas, programas, métodos y procesos. (p 7).

De esta definición con el presente trabajo de titulación se da solución al problema principal que el Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra no cuente con herramientas tecnológicas que ayuden al estímulo del desarrollo de las habilidades motoras gruesas, así también al sistema nervioso y al vestibular de los niños de 3 a 6 años de edad y que afecta de esta manera al desarrollo de las habilidades del niño, por esto se puede definir que el trabajo de titulación de investigación es un proyecto factible.

3.2. Técnicas de investigación

A continuación se presenta las diferentes técnicas de investigación que se usan en el presente trabajo de titulación:

3.2.1 Bibliográfica

Este trabajo de titulación se realizó en base a la búsqueda de información de diversas fuentes: Libros de consulta, documentos, estudios realizados en relación al tema, internet (Andrade & Ante, 2010a).

3.2.2 Investigación de campo

Se recogió información con datos reales, de manera directa, haciendo uso de diferentes instrumentos para lograr hacer descripciones, interpretaciones, predicciones, evaluaciones, entre otros. Se realizó en las Instituciones Educativas. (Andrade & Ante, 2010b).

3.2.3 La observación

Se recoge información acerca de la situación actual en el centro infantil del ilustre municipio de Ibarra, se procede a registrarla para luego realizar su respectivo análisis, ver en el Anexo 1. Se realiza una investigación científica, directa, de campo e individual con el objetivo específico de saber los métodos y herramientas que se usa en el Centro infantil del ilustre municipio de Ibarra, teniendo un contacto personal con la situación a investigar. (Andrade & Ante, 2010c).

3.2.3.1 Análisis y Resultados de la Observación

Al aplicar una ficha de observación, se llegó a la conclusión de que existen herramientas para el desarrollo de las habilidades motrices,

1. EXISTENCIA DE HERRAMIENTAS PARA DESARROLLAR HABILIDADES MOTRICES

Si existen herramientas que son capaces de desarrollar las habilidades motrices básicas

2. HERRAMIENTAS PARA DESARROLLAR HABILIDADES MOTRICES

En el centro educativo existen varias herramientas que las podemos clasificar en tradicionales y tecnológicas, se presentan las opciones observadas en la institución.

Tradicionales: Cinta de embalar o cordón grueso que se lo coloca en el piso, tiza con la cual se dibuja una línea en el piso

Tecnológicas: Ningún tipo de herramienta para desarrollar las habilidades motrices

3. DOCENTE EN RELACIÓN CON LOS ALUMNOS

Las herramientas con los que trabaja el profesor no son actualizados con respecto a las habilidades motoras, el sentido de la vista y del oído. Se pudo realizar varias observaciones como la vista se desarrolla con juegos sea en una Tablet o con papel, en los que se interactúa con colores, primarios y secundarios; el oído se desarrolla colocando música en una grabadora; para las habilidades motoras gruesas usan las herramienta tradicionales.

Las estrategias que usan son apropiadas para el aprendizaje de las habilidades motoras, el sentido de la vista y del oído, las estrategias son aquellas que se han venido manejando durante años, la tecnología se ha involucrado con el uso de tablets que se usan en los salones de clase como juguete de distracción, para que los niños tengan un tiempo de juego.

Delegar participación por parte del profesor, el profesor delega a los estudiantes las tareas a realizar, sin embargo se observó que la maestra orienta a trabajar a los niños que observa que necesitan más práctica

4. ALUMNOS CON RESPECTO A LAS ACTIVIDADES

El grado de participación del alumno es muy bueno

El interés por realizarlas actividades por parte de los niños es muy bueno

Descripción de aspectos relevantes del desempeño: los niños muestran interés por las figuras y colores que observan, además si a los niños se pone a disposición juegos nuevos lo toman con una actitud muy positiva y les llama mucho la atención por ver que acción hay que realizar.

5. ASPECTO DE LA CLASE

Colores: Verde, amarillo, azul, rojo, morado, rosado

Animales: león, jirafa, gato, perro

Figuras: cuadrado, redondo, triangulo

3.2.4 La Encuesta

Se recoge información mediante un cuestionario escrito basado en preguntas que se enfoquen en el tema a investigar, se debe estructurar las preguntas claras y concisas para que el encuestado pueda resolver el cuestionario de manera eficaz y sin ningún problema.

Para el presente trabajo de titulación se procedió a usar como técnica de investigación la encuesta. Para esto se realizó un listado de preguntas de selección múltiple y respuesta abierta, obteniendo datos de varios maestros que están encargados de la educación de los niños de inicial I y II.

Se presenta el estudio realizado para realizar el análisis de la situación actual en el centro infantil del ilustre municipio de Ibarra.

3.3. Estructuración de la encuesta

La encuesta fue dirigida a las maestras, quienes administraron el juguete electrónico. Se expone los 5 niveles de participación de los padres de familia según Flamey:

- **Informativo:** los padres deben informarse acerca de la escuela y el desarrollo del niño en la misma.
- **Colaborativo:** los padres cooperan en actividades de apoyo que requiera la escuela.
- **Consultivo:** Los padres, a través de las asociaciones, actúan como órganos consultivos de la escuela sobre diversos temas.
- **Toma de decisiones en relación a objetivos, acciones y recursos.** En un primer subnivel los padres incorporan, con derecho a voz y voto, a uno o más representantes en las instancias máximas de toma de decisiones de la escuela. En un subnivel mayor se permite a los padres y madres asumir responsabilidades o cargos a nivel de la gestión administrativa o pedagógica de la escuela.

- **Control de eficacia:** los padres adoptan un rol de supervisor del cumplimiento del proyecto educativo y de la gestión del establecimiento.

Basado en los 5 niveles la encuesta no fue dirigida a los padres de familia, ya que ellos no participan en las actividades o metodologías que la maestra usa para la enseñanza en el aula de clases, sin embargo es importante mencionar que los padres de familia pueden poner a parecer su criterio si los métodos usados por las maestras no fueran los correctos en algunos aspectos como integridad, salud emocional o física.

La encuesta está contenida por parámetros de anonimidad, contando con una redacción de fácil entendimiento de igual manera con cantidad y calidad de preguntas apropiadas.

Físicamente la encuesta consta de dos páginas estructurada de 3 partes importantes: el encabezado, indicaciones y el cuestionario, Ver Anexo 2.

El encabezado presenta una nota de responsabilidad, con el nombre de la institución ejecutora y del logotipo identificativo. Además de una leyenda especificando a quien va dirigida la encuesta y una pequeña explicación del tema a tratar en la encuesta.

Las indicaciones claras y específicas van situadas de manera posterior al encabezado, en donde se indica la manera correcta de contestar cada una de las preguntas.

El cuestionario contiene preguntas cerradas y abiertas:

- Preguntas desde 1 a 3: Determinar el conocimiento y permisividad de la enseñanza lúdica por parte de los maestros/as y si los métodos que aplican son adecuados para el estímulo que beneficie al desarrollo de las habilidades motrices básicas de los niños/as

- Pregunta 4: Determinar si se cuenta con herramientas tecnológicas que sean aptas para la estimulación de las habilidades motoras gruesas básicas como el equilibrio, Control postural, Sistema Nervioso y Vestibular como Vista, Colores, Audición, Serenidad y control
- Pregunta 5 y 6: Determinar el interés de usar una nueva herramienta tecnológica que aporte a la estimulación de las habilidades motoras gruesas básicas como el equilibrio, Control postural, Sistema Nervioso y Vestibular como Vista, Colores, Audición, Serenidad y control.

3.4. Ejecución de la encuesta

Para la recolección de datos se toma en cuenta a los beneficiarios directos con la realización del presente trabajo de titulación que son los maestros/as del Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra.

Al realizar las encuestas se tuvo la predisposición para explicar a los maestros/as en detalle la ejecución del juguete electrónico, para después ser guía en donde se brindó una explicación concisa formando un ambiente de confianza entre encuestado/as y encuestadora.

El tiempo estimado fue 1 día laborable para ejecutar un numero de 6 encuestas, este número de obtuvo aplicando la fórmula del cálculo del tamaño de la muestra que se presenta a continuación.

3.4.1 Cálculo del tamaño de la muestra.

Para conocer la situación actual de los métodos y de las herramientas que se emplean en el Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra, se procedió a determinar el número de individuos a aplicar la encuesta. Es así que el muestreo que se debe emplear es aquel que se

ajusta conociendo el Tamaño de la Población, aplicando la siguiente fórmula que se muestra en la Ecuación 1, para conocer el tamaño de la muestra (Torres & Paz, 2014):

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * (1 - p)}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * (1 - p)}$$

Ecuación 1. Fórmula para el tamaño de la muestra.

Fuente: Torres, M., & Paz, K. (2014). *Tamaño de una muestra para una investigación de mercado*. Universidad Rafael Landívar. Obtenido de http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf

De donde,

n: Tamaño de la muestra

N: Tamaño de la población

Za: Nivel de confianza

p: Probabilidad de éxito, o proporción esperada

d: Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción = 5%).

Al aplicar la formula en el presente caso de estudio, se toma en cuenta los siguientes parámetros:

N: El tamaño de la población, es decir el “tamaño del universo” en donde se toma como los niveles en los que los niños/as de 3 a 6 años cursan, son inicial I y II en la entidad beneficiada, que es el Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra que cuentan con 5 salones en un total de 150 niños.

Entonces se tiene un tamaño de población de 5, $N = 5$

Za: Nivel de confianza o seguridad el cual se rige en el encuestador y el porcentaje de incertidumbre a tolerarse por el mismo (Torres & Paz, 2014). El nivel de confianza no es un porcentaje conceptualmente, es un valor que se obtiene de la distribución normal estándar de un área simétrica de una curva normal (área de confianza) donde se busca el Valor Z de la variable aleatoria de esta área. (Bustamante, 2011). Los valores de Z se obtienen de acuerdo al nivel de confianza, en la Tabla 5 se indica su relación.

Tabla 5: Nivel de confianza

| NIVEL DE CONFIANZA | Za |
|--------------------|-------|
| 99,7 % | 3 |
| 99% | 2,576 |
| 98% | 2,33 |
| 96% | 2,05 |
| 95% | 1,96 |
| 90% | 1,645 |
| 80% | 1,28 |
| 50% | 0,67 |

Fuente: (Bustamante, 2011).

De esta manera se tomará un porcentaje de 99% ya que todos los encuestados serán los maestros/as existentes en el Centro Infantil del Ilustre Municipio de Ibarra y se requiere que se tenga un nivel alto de confianza al realizar las encuestas.

Entonces se tiene un nivel de confianza de 2,576, $Z_a = 2,576$ en base a la Tabla 5.

p: La proporción de éxito, el cual permite obtener una muestra más exacta y acoplada a la realidad. Este parámetro hace referencia a la cantidad de individuos que dispongan de un bien o servicio por cada 100 habitantes. En caso de no disponer de un dato estadístico se sugiere utilizar un $p = 50\% = 0.5$ (Torres & Paz, 2014)

d: Monto de error a tolerar, es decir el margen de error que el resultado podría tener. Un valor del 5% es lo más común, es decir que mientras más bajo el porcentaje el monto de error será exacto, se fijara entonces $d = 0,05$ (Mariela Torres, 2014; Fichamba, 2015)

Entonces se tiene los siguientes datos:

$$N = 5$$

$$Z_a = 2,576$$

$$p = 0.5$$

$$d = 0,05$$

Aplicando los datos antes mencionados en la Ecuación 1, el tamaño de la muestra, se tiene:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * (1 - p)}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * (1 - p)}$$

$$n = \frac{5 * (2,576)^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}{(0,05)^2 * (5 - 1) + (2,576)^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}$$

$$n = \frac{9,95}{1,673} = 4,95$$

Es así que el número adecuado de encuestas que se debe realizar es de 5, ya que se tiene un tamaño de población de 5, teniendo en cuenta que el nivel de confianza sea alto, con un 99%, con una probabilidad de éxito del 50% y un porcentaje de error del 5%.

3.5. Resultados y análisis de encuesta

Pregunta 1.- ¿Sabe usted de que se trata la enseñanza lúdica y como se la desarrolla?

Si 100 %

No 0 %

El 100 % del encuestado contesto que se desarrolla la enseñanza lúdica a través del juego



Figura 18. Pregunta 1.

Fuente: Autoría

Análisis

El 100 % de los encuestados conocen afondo el concepto de la enseñanza lúdica, es decir se conoce que la enseñanza lúdica es aprender mediante el juego y que se la puede impartir a los niños/as con juegos adecuados a la edad.

Pregunta 2.- En un rango del 1 al 5 siendo 1 muy bajo y 5 muy alto ¿Con qué frecuencia a los niños se les permite aprender jugando?

1 (Muy Bajo) 0 %

4 (Regular) 80 %

2 (Bajo) 0 %

5 (Alto) 0 %

3 (Medio) 20 %

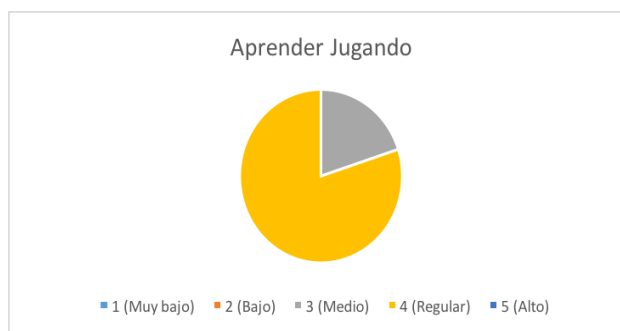


Figura 19: Pregunta 2.

Fuente: Autoría

Análisis

El 20 % de los encuestados permite a los niños/as jugar mientras se aprende con mediana frecuencia, y el 80 % de los maestros aplica el juego como aprendizaje de manera regular en el aula de clases, así se puede decir que cuatro de cinco de los maestros del Centro Infantil colocan actividades que permitan a los niños jugar y aprender al mismo tiempo en su guía curricular para realizarlas en un tiempo determinado.

Pregunta 3.- ¿Aplica usted métodos lúdicos de estimulación que beneficie al desarrollo de las habilidades motrices básicas de los niños/as?

Si 100 %

No 0 %



Figura 20: Pregunta 3.

Fuente: Autoría

Análisis

El 100 % de los encuestados en el aula de clases usa métodos lúdicos que ayuden a la estimulación que beneficia al desarrollo de las habilidades motrices básicas de los niños/as.

Métodos Tradicionales 20 %

Métodos Tecnológicos 80 %



Figura 21: Pregunta 3

Fuente: Autoría

Análisis

El 20 % de los encuestados usa en el aula de clases métodos tradicionales y el 80 % de los encuestados usa métodos tecnológicos. Tomando en cuenta que los métodos tradicionales embarcan a juegos en los que se usan elementos que los niños/as pueden tener en sus casas de manera común como por ejemplo una cuerda para caminar sobre ella. En cambio, en los métodos tecnológicos son cuales se usan elementos electrónicos de por medio

Pregunta 4.- ¿En las aulas existen herramientas tecnológicas aptas y de acuerdo a la edad del niño/a para aportar a la estimulación de las habilidades motoras básicas?

Si 100 %

No 0 %

Los maestros cuentan con herramientas tecnológicas como por ejemplo proyector con los cuales los niños/as visualizan diferentes tipos de caricaturas como muestra de estímulo a un buen comportamiento, para dar una moraleja o enseñanza y sirve de guía para que los niños

puedan realizar actividades dentro del aula como el juego de Identificar sonidos. Todos los encuestados usan métodos tradicionales para el desarrollo de estas habilidades como por ejemplo el uso de plastilina, juegos de legos, dados, cuerdas, títeres y rompecabezas.



Figura 22: Pregunta 4
Fuente: Autoría

Análisis

El 100 % de los encuestados cuentan en sus aulas con herramientas tecnológicas aptas y de acuerdo a la edad del niño/a que aportan a la estimulación de las habilidades motoras básicas, todos los niños/as resultan beneficiados con estas herramientas, cabe recalcar que no cuentan con las herramientas suficientes para desarrollar por completo las habilidades.

Pregunta 5.- Cree usted que es importante contar con herramientas lúdicas tecnológicas para que los niños/as puedan desarrollar sus aptitudes motoras básicas

Si 100 %

No 0 %

Todos los encuestados concuerdan en que las herramientas electrónicas ayudan a que el niño/a aprenda viendo, escuchando y haciendo, así se puede desarrollar las habilidades del niño con un aprendizaje significativo, Además de que se incluye en el cambio tecnológico.



Figura 23: Pregunta 5
Fuente: Autoría

Análisis

El 100 % de los encuestados cree que es importante contar con herramientas lúdicas tecnológicas para que los niños/as puedan desarrollar sus aptitudes motoras básicas. Ya que es una de las principales necesidades en el crecimiento del niño/a las extremidades inferiores y superiores.

Pregunta 6.- ¿Estaría dispuesta/o a implementar una nueva herramienta de enseñanza aprendizaje en su guía curricular que se base en un juego electrónico con el cual los niños puedan desarrollar de mejor manera las habilidades motoras gruesas como el equilibrio, el control postural, el sistema nervioso y vestibular?

Si 90 %

No 10 %

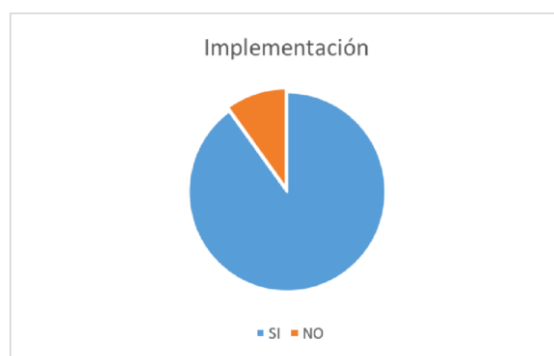


Figura 24: Pregunta 6
Fuente: Autoría

Análisis

El 90 % de los encuestados estaría dispuesta/o a implementar una nueva herramienta de enseñanza-aprendizaje en su guía curricular que se base en un juego electrónico con el cual los niños puedan desarrollar de mejor manera las habilidades motoras gruesas como el equilibrio, el control postural, el sistema nervioso y vestibular, y el 10 % no estaría dispuesto a realizar la implementación. Incrementando de esta manera el estímulo que los niños/as reciben de una manera más completa, siendo también ayuda para los maestros al cubrir varios aspectos a desarrollar en el niño y así facilitando la enseñanza y siendo muy entretenido el aprendizaje para el niño/a.

Conclusión de la encuesta

En la actualidad los maestros siguen usando métodos tradicionales para el desarrollo de habilidades motoras gruesas, como por ejemplo una cuerda o una línea dibujada en el piso, a pesar de que cuenten con herramientas tecnológicas en las aulas no existen las herramientas suficientes para el desarrollo de las mismas. Los maestros/as conocen en su totalidad el concepto de enseñanza lúdica, lo que se vuelve prescindible para que la implementación de un juego electrónico como una herramienta de aprendizaje en las aulas de clase sea de gran acogida, aunque esto no quiere decir que todos los maestros usen esta herramienta, sin embargo, la mayoría de los profesores estarían dispuestos a usar nuevas herramientas tecnológicas que ayuden a la estimulación de las habilidades motrices básicas. Lo que vuelve al desarrollo e implementación del juguete para niños y supervisado por los maestros una herramienta tecnológica, sencilla y acorde a las necesidades que los niños/as y maestros/as requieren.

CAPÍTULO 4

DISEÑO Y DESARROLLO

En el capítulo 4 se analizó el proceso de selección de los elementos electrónicos que se usaron, basado en los requerimientos de sistema y estructura necesarios; Así mismo se presenta el desarrollo del diseño del Hardware del juguete electrónico, además de considera el desarrollo de una aplicación móvil en el sistema operativo Android. Teniendo como resultado un prototipo electrónico para niños/as de 3 a 6 años de edad que permite el desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas.

4.1 Descripción general del sistema

El proyecto constituye en el diseño de un sistema electrónico capaz de desarrollar el equilibrio, control postural, visión y audición, basándose en las destrezas motoras gruesas básicas, es decir en una marcha adecuada en niños de 3 a 6 años de edad.

Se desarrolló un Hardware, el cual consta de una estructura en forma de un juguete que permita desarrollar las habilidades mencionadas anteriormente, con características adecuadas para el uso de niños de 3 a 6 años, la instalación del sistema electrónico, estimulando las ganas de usarlo, preservando la salud física y psicológica de los niños, con la finalidad de ser colocado en un lugar dentro del salón de clases, además de sustituir el método tradicional usado en el centro infantil del ilustre municipio de Ibarra, que es una cuerda para que el niño camine sobre ella.

Se desarrolló un sistema electrónico, el cual constara de dos placas electrónicas (dos sistemas) que permitieron cargar un código de programación, con características para el monitoreo del desarrollo de las habilidades mencionadas anteriormente. A las placas citadas

están conectadas sensores, sistema de audio, comunicación inalámbrica y alimentación eléctrica. La placa principal, denominado Sistema Jirafa que se basa en la marcha correcta pie izquierdo, pie derecho y la segunda placa, denominado Sistema Móvil que se basa en la obtención de los datos del equilibrio.

Se realizó un análisis de las características técnicas y físicas de los elementos que se usaron para la elaboración del trabajo de titulación, que constituyó principalmente de dos placas electrónicas que tienen como características especiales, tamaño, número de pines, velocidad de procesamiento, memoria EEPROM, costo y factibilidad para la implementación de un sistema operativo libre. Los sensores cuentan características fundamentales como tipo de medición, estructura, número de pines, espacio nominal, costo y compatibilidad con las placas electrónicas y comunicación inalámbrica. Los sensores deben monitorear la marcha del niño y control postural (sensores de presión), equilibrio (acelerómetro), visualización (juego de luces), audición (sistema de audio).

Así mismo se desarrolló una aplicación amigable con el usuario que permitió el control del sistema electrónico, manejando los datos obtenidos por los sensores, gracias a este proceso se logró la esquematización del desarrollo de las habilidades, visualización, audición, equilibrio y control postural.

4.2. Limitaciones

El sistema electrónico cuenta con condiciones de uso para su aplicación como son las siguientes:

- Para la primera placa electrónica el suministro de energía es la red pública, para la segunda placa electrónica el suministro de energía es una batería recargable.

- La maestra debió ingresar a los alumnos de acuerdo a su lista, su ID será el identificativo para cada alumno, el ID es el número del alumno en la lista de la maestra.
- La maestra debió usar la aplicación para manejar los módulos de manera individual, se presentan los módulos a elegir

1. **Módulo Montessori:** Este módulo se basa en la caminata correcta del niño en línea recta por el tronco de la jirafa dando 6 pasos con los ojos cerrados o abiertos a elección de la persona a cargo de seleccionar Montessori. El sistema móvil y el sistema Jirafa interactúan.

En la figura 25 se muestra el proceso correcto que el niño debe realizar al seleccionar Montessori con los ojos abiertos.



Figura 25: Proceso del niño en el módulo Montessori con los ojos abiertos

Fuente: Autoría

En la figura 26 se muestra el proceso correcto que el niño debe realizar al seleccionar Montessori con los ojos cerrados, este módulo es de opción para la maestra. El sistema móvil y Jirafa interactúan.

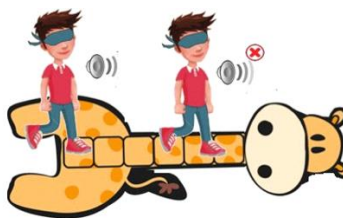


Figura 26: Proceso del niño en el módulo Montessori con los ojos cerrados

Fuente: Autoría

La calificación de acuerdo a los errores en este módulo será de la siguiente manera, tomando en cuenta que los errores se consideran a:

- Desequilibrio en la caminata hacia delante y atrás
- Desequilibrio en la caminata hacia los costados

De esta manera las calificaciones son:

Más de tres errores = Repetir el juego

Un Error = 90%

Tres Errores = 60 %

Ningún Error = 100%

Dos Errores = 80%

2. **Módulo Sobrepie:** Este módulo se basa en permanecer sobre un pie entre tres o cuatro segundos en cada recuadro del tronco de la jirafa intercambiando en cada uno de ellos el pie. En la figura 27 se muestra el proceso correcto que el niño debe realizar al seleccionar Sobrepie. Se usa el sistema Jirafa.

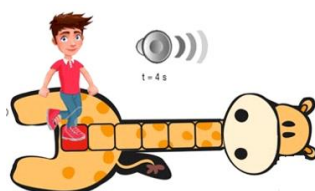


Figura 27: Proceso del niño en el módulo Sobrepie
Fuente: Autoría

Para tener la calificación se debe tomar en cuenta los errores, los cuales son:

- No permanecer en un solo pie derecho o izquierdo los 4 segundos establecidos
- Saltarse un recuadro del cuello de la jirafa

Las calificaciones se basan en los errores por lo cual es importante mencionar lo siguiente:

Más de tres errores = Repetir el juego

Un Error = 90%

Tres Errores = 60 %

Ningún Error = 100%

Dos Errores = 80%

3. **Módulo Música:** Este módulo se basa en caminar al ritmo de la música. Proceso del niño en el módulo Música en la figura 28. Se usa el sistema Jirafa.



Figura 28: Proceso del niño en el módulo Música

Fuente: Autoría

La calificación del niño se tendrá considerando los siguientes aspectos:

- No pisar el recuadro asignado en el tiempo propuesto

Las calificaciones se basan en los errores por lo cual es importante mencionar lo siguiente:

Más de tres errores = Repetir el juego

Un Error = más de 90%

Tres Errores = más de 60 %

Ningún Error = 100%

Dos Errores = más de 80%

- El niño deberá seguir las instrucciones de la maestra para cumplir los módulos de la manera correcta.

4.3. Requerimientos del sistema

De acuerdo a los requerimientos del sistema se especifica todos los requerimientos necesarios bajo el estándar IEEE 29148 en base a Stakeholder o los elementos que determinan el correcto funcionamiento del sistema.

4.3.1. Requerimientos de hardware

En la Tabla 6 se muestra los requerimientos necesarios para cumplir el diseño de hardware, en ese caso es importante la figura del juguete (RJ), los colores que colocaron en el juguete (RC) y el tamaño del juguete (RT).

Tabla 6: Tabla de requerimientos funcionales

| CÓDIGO | REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD | PRIORIDAD | | |
|------------|--|-----------|-------|------|
| | | ALTO | MEDIO | BAJO |
| RJ1 | Figura que estimule jugar | X | | |
| RC1 | Colores primarios y secundarios | X | | |
| RC2 | De acuerdo a la figura | X | | |
| RT1 | De acuerdo a la pisada de los niños de 3 a 6 años (tamaño del pie) | X | | |

Fuente: Autoría

4.3.1.1 Elección de la figura del juguete

Basado en los requerimientos de la Tabla 6 se diseñó un juguete con forma de animal, ya que desde los 3 años de edad a los niños les gusta preguntar y saber cosas del mundo como por ejemplo de animales, máquinas y por qué pasan las cosas (CEDEP, 2010). Así mismo los

niños se divierten y desarrollan la imaginación, estimulando la inteligencia, fomentando la afectividad y el amor por la naturaleza, ayudando a expresar sus emociones cuando interactúan con juguetes en forma de animales. (Grelet, 2000). Un animal mamífero es el tipo de animal con el cual los niños se identifican más ya que en la ficción, casi siempre aparecen humanizados y viven como ellos, y esto los tranquiliza. (Gravillon, 2015).

El juguete tiene una forma de un animal mamífero, como una jirafa, con lo cual en los niños/as se podrá estimular las ganas de jugar, llamando la atención por su diseño. Además, se toma en cuenta que la jirafa tiene un cuello largo, por lo que esta parte del cuerpo del animal se reemplazara a la tradicional cuerda o línea dibujada en el piso. La figura 29 representa el diseño de la estructura que tendrá el juguete electrónico:

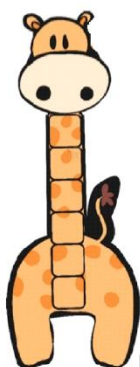


Figura 29: Diseño de la estructura del juguete electrónico en Adobe Illustrator
Fuente: Autoría

4.3.1.2 Elección de colores

Anteriormente se mencionó la gran importancia de los seis colores primarios y secundarios en un juguete, por tal motivo el tronco de la jirafa se dividirá en seis secciones, es decir que el niño de seis pasos para poder culminar cualquiera de los 3 módulos del juguete electrónico.

Los colores que se colocan en la sección del cuello de la jirafa están conformados por barras de leds y por filtros de gel en láminas mostradas en la figura 30 acompañado de papel vegetal, estas láminas en conjunto permitirán que el color se distribuya de la mejor manera en cada una de las seis secciones y con la fibra de vidrio sobrepuesto el resultado visual es adecuado para el correcto efecto en los niños/as.

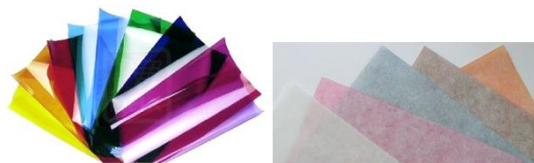


Figura 30: Filtros de gel en láminas de colores y papel vegetal

Fuente: http://mla-s2-p.mlstatic.com/plancha-de-gelatina-50x60cm-filtro-coloracetato-par-lee-gam-15996-MLA20112365911_062014-O.jpg

Todo el cuerpo será cubierto con lona, en la cual se imprimirá el diseño antes realizado.

4.3.1.3 Tamaño de la estructura

El tronco de la jirafa es la parte fundamental del juguete electrónico es en donde los niños/as van a desarrollar la serie de módulos planteados. Por tal motivo es importante conocer la medida de la pisada de los niños/as de 3 a 6 años de edad, basado en los requerimientos. En la Tabla 7 se detalla las medidas de las pisadas según la edad.

Tabla 7. Medidas en cm del pie del niño según la edad

| EDAD | LARGO PIE (cm) |
|---------------|-----------------------|
| 3 AÑOS | Hasta 16.9 cm |
| 4 AÑOS | Hasta 17,8 cm |
| 5 AÑOS | Hasta 18,8 cm |
| 6 AÑOS | Hasta 19,8 cm |

Fuente: Mundo Labores. (29 de Marzo de 2013). *Medidas y Tallas*.

Es decir que un niño de 6 años tiene una pisada de aproximadamente de 20 cm, la cual se tomó como referencia, ya que el juguete es dirigido para niños de 3 a 6 años de edad, por lo

que la jirafa tiene un tronco de 120 cm libres de los espacios entre los recuadros. Cada recuadro en el cuello con unas medidas de 20 x 23 cm. En la figura 31 se presenta las medidas del diseño del juguete electrónico:

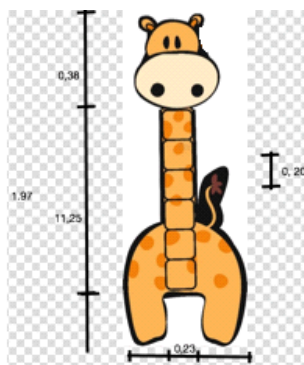


Figura 31: Medidas de la estructura del juguete electrónico
Fuente: Autoría

4.3.2. Requerimientos funcionales

Estos requerimientos son determinados por los componentes básicos de arquitectura de Software, dividiéndose en dos placas electrónicas primaria (RP) y secundaria (RPS), sensores de presión (RS), sensor infrarrojo (RI), sensor de vibración (RV), barras led (RL), módulo mp3 (RM), amplificador de audio (RA), módulo bluetooth (RB), acelerómetro (RG), software de desarrollo (RSD), comunicación inalámbrica (RC) y otros componentes necesarios para el desarrollo (ROD), en la Tabla 8 se muestra las características indispensables para el funcionamiento correcto del trabajo de titulación. Cada requerimiento será clasificado según la prioridad, alto, medio, bajo, definiendo de esta manera la necesidad de cada uno de los elementos a usados según la funcionalidad.

Tabla 8: Tabla de requerimientos funcionales

| CÓDIGO | REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD | PRIORIDAD | | |
|-------------|--|-----------|-------|------|
| | | ALTO | MEDIO | BAJO |
| RP1 | Número de pines considerables (analógicos 14, 2 UARTs,) | X | | |
| RP2 | Memoria EEPROM mínima 2KB | X | | |
| RP3 | Consumo | X | | |
| RP4 | Velocidad de procesamiento | X | | |
| RPS1 | Tamaño pequeño para el ensamblaje | X | | |

| | | | |
|-------------|--|---|---|
| RPS2 | Consumo | X | |
| RPS3 | Costo | | |
| RS1 | Captar la presencia del niño en la estructura según la marcha pie izquierdo, pie derecho (Resistencia) | X | |
| RS2 | Área activa en la estructura | X | |
| RS3 | Área del sensor | | |
| RS4 | Consumo | X | |
| RS5 | Temperatura de operación | | |
| RI1 | Captar la presencia del niño al finalizar el módulo Montessori (alcance) | X | |
| RI2 | Tiempo de respuesta | | X |
| RI3 | Consumo | | |
| RV1 | Captar movimientos en un lugar específico | X | |
| RV2 | Tipo de señal analógica | | X |
| RV3 | Estructura del elemento | | X |
| RV4 | Consumo | | |
| RL1 | Emisión de luz alta | X | |
| RL2 | Consumo | | X |
| RL3 | Tamaño pequeño | X | |
| RM1 | Permitir reproducción de archivos multimedia mp3, WAV | | X |
| RM2 | Salida de audio DAC de 24 bits | X | |
| RM3 | Hasta 5V de voltaje | X | |
| RM4 | Velocidad de muestreo | X | |
| RM5 | Cantidad de archivos | | X |
| RA1 | Amplificador de audio con compatibilidad con la plataforma Open Source | X | |
| RA2 | Voltaje de hasta 5 | X | |
| RA3 | Potencia alta | X | |
| RA4 | Costo | | X |
| RB1 | Modo de operación maestro/esclavo | X | |
| RB2 | Conexión a varios esclavos | | X |
| RB3 | Área personal | | X |
| RG1 | Captar el correcto equilibrio en la marcha | X | |
| RG2 | Tamaño para el ensamblaje en la estructura | | X |
| RG3 | Sensibilidad en la toma de datos | X | |
| RG4 | Filtros | | X |
| RG5 | Interrupciones | X | |
| RSD1 | Con librerías que permitan la captura de datos de monitoreo de las habilidades motrices | X | |
| RSD2 | Factibilidad de uso | | X |

| | | | |
|-------------|---|---|---|
| RSD3 | Plataforma sin pago de licencias | | X |
| RSD4 | Sistema Operativo en el que trabaja | X | |
| RSD5 | Velocidad de procesamiento | | X |
| RC1 | Permitir conexión entre los sensores y la interface bajo licencia libre | X | |
| RC2 | Tecnología de comunicación de área personal | X | |
| RC3 | Transferencia de datos | | X |

Fuente: Autoría

4.4. Selección de software

Se determina la selección de Software de acuerdo a los requerimientos establecidos en las tablas 8, siendo necesario realizar una comparación entre los diferentes elementos electrónicos que se usaron en el trabajo de titulación, los mismos que serán evaluados de acuerdo a un rango de puntajes los cuales determinaran el elemento idóneo, los rangos son: 3 puntos cumple totalmente, 1 punto cumple parcialmente, 0 puntos no cumple con los requerimientos, de esta manera el elemento que tenga más puntaje será el elemento adecuado para su uso en el desarrollo.

4.4.1. Tablas comparativas de componentes del sistema

En la Tabla 9 se muestra las características fundamentales de la plataforma Open Source que pueden cumplir con las necesidades del sistema Jirafa.

Tabla 9: Tabla de decisión para la elección de la plataforma Open Source

| HERRAMIENTAS CARACTERISTICAS | / PYTHON | VISUAL BASIC | PROCESSING |
|---|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| SISTEMA OPERATIVO | Windows Linux Mac Os | Windows | Windows Linux Mac Os |
| FACILIDAD DE USO | Mediano | Complicado | Fácil |

| | | | |
|------------------------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO | DE 4 GHZ CPU | 1 GHZ CPU | 512 GHZ CPU |
| ESPACIO DISPONIBLE EN DISCO | 10 GB | 4 GB | 300 Mb |

Fuente: Autoría

En la Tabla 10 se puede observar las características que definen a las diferentes tecnologías de comunicación.

Tabla 10: Tabla de decisión para la elección de la tecnología inalámbrica

| TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA | BLUETOOTH | WI-FI | ZIGBEE |
|---|------------------|-----------------------|----------------------|
| ÁREA DE COBERTURA | 10m área local | 15 – 100m área local | 10-75m área personal |
| MODO DE CONEXIÓN | PIN | CLAVES WEP, WPA, WPA2 | AES512 |
| TRANSFERENCIA DE DATOS | 1 KB | Bytes | 1 KB |
| PROTOCOLO | IEEE 802.11.15.1 | IEEE 802.11 | IEEE 802.11.15.4 |

Fuente: Autoría

En la Tabla 11 se puede observar las características que debe tener la placa electrónica primaria que está integrada en el Sistema Jirafa.

Tabla 11: Tabla de decisión para la elección del requerimiento de la placa electrónica primaria

| HERRAMIENTAS / CARACTERÍSTICAS | ARDUINO MEGA 2560 | ARDUINO UNO | ARDUINO LEONARDO |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|
| VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO | 16MHz | 16MHz | 16MHz |
| MEMORIA EEPROM | 4 KB | 1 KB | 1 KB |
| PINES | 54/6 | 14/6 | 20/12 |
| CONSUMO | 5V | 5V | 5V |
| COSTO | 35\$ | 28\$ | 40\$ |

Fuente: Autoría

En la Tabla 12 se muestra las características de las diferentes placas electrónicas que existen en el mercado, la placa electrónica secundaria cumple con el desarrollo del Sistema Móvil.

Tabla 12: Tabla de decisión para la elección del requerimiento de la placa electrónica secundaria

| PLACA ELECTRÓNICA | PINES/ ANALÓGICO | VOLTAJE | MEMORIA EEPROM | TAMAÑO | COSTO |
|--------------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|------------------|--------------|
| ARDUINO UNO | 14/6 | 5V | 1 KB | 6,8 cm; 5,3cm | 28\$ |
| ARDUINO NANO | 14/6 | 5V | 512 bytes | 4,5cm; 1,8cm | 6,50\$ |
| ARDUINO MICRO | 20/12 | 5V | 1 KB | 4,8cm; 1,8cm | 28\$ |

Fuente: Autoría

En la Tabla 13 se da a conocer las características funcionales del primer sensor de monitoreo del Sistema Jirafa con una comparativa de los sensores de presión existentes en el mercado y que llegan a cumplir con las necesidades del sistema para que se pueda escoger el adecuado.

Tabla 13: Tabla de decisión para la elección del sensor de presión

| SENSOR DE PRESIÓN | REDONDO | CUADRADO | FLEXIÓN |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| ÁREA DEL SENSOR | 5,6 cm largo 1,3 cm largo | 8,3 cm largo 3,8 cm largo | 62,2 cm largo 0,1 cm largo |
| ÁREA ACTIVA DEL SENSOR | 1,27 cm | 3,81 x 3,81 cm | 60,96 x 0,63 cm |
| ESPACIO NOMINAL | 0,46 mm | 0,46 mm | 0,34 mm |
| RESISTENCIA | 1 M Ω | 1 M Ω | 30 - 40 K Ω a 90° de ángulo |
| PESO DE RESISTENCIA | 10 Kg | 10 Kg | --- |
| VOLTAJE DE OPERACIÓN | 5 V | 5 V | 5 V |
| TEMPERATURA DE OPERACIÓN | -30°C +70°C | -30°C +70°C | -30°C +70°C |

Fuente: Autoría

En la Tabla 14 se muestra las características que definen al segundo sensor de monitoreo, en una comparación de los elementos que son más usados y que se integra en el Sistema Jirafa.

Tabla 14: Tabla de decisión para la elección del sensor infrarrojo

| SENSOR INFRARROJO | SHARP 20-150 | PIR |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| ÁREA DE ALCANCE | | Ángulo detección del sensor |
| Mínima | 20 cm | <100° |
| Máxima | 150 cm | 3 m |
| ESPACIO NOMINAL | 29,5 × 13,0 × 13,5 mm | 7 m (Ajustable) 32mm x 24mm x 25mm |
| TIEMPO DE RESPUESTA | 38 ± 1 ms | 3s a 200s (Ajustable) |
| VOLTAJE DE OPERACIÓN | 4,5 – 5,5 Voltios | 4.5 a 20 Voltios |

Fuente: Autoría

Se muestra una comparativa de las características que tienen los elementos que se pueden encontrar en el mercado en la Tabla 15, los cuales requiere el tercer sensor de monitoreo que se encuentra en el Sistema Jirafa.

Tabla 15: Tabla de decisión para la elección del sensor de vibración

| SENSOR DE VIBRACIÓN | SW – 1820P | PIEZOELÉCTRICO V2 | MINISENSE 100 |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|
| COMPATIBILIDAD CON ARDUINO | Si | Si | Si |
| SEÑAL | Digital | Analógica | Analógica |
| TAMAÑO | 3 x 1,5 x 0,8 cm | 3 x 2,3 cm | 2,5 x 1,3 x 0,1 cm |
| VOLTAJE DE OPERACIÓN | 3,3 V – 5 V | 3,3 V – 5 V | 3,3, V – 5 V |
| ELEMENTOS | Unas sola pieza | Una sola pieza | Piezas por separados |

Fuente: Autoría

Se muestra la comparativa de las características que rigen al cuarto sensor de monitoreo en la Tabla 16 y se encuentra integrado en el Sistema Jirafa.

Tabla 16: Tabla de decisión para la elección de las barras led

| BARRA LED | 5060 SMD | WTV020 DS-16P |
|-------------------------|---------------------|----------------------|
| VOLTAJE | 12 VDC | 24 V |
| POTENCIA | 0,72 W por cada led | 11,13 W por metro |
| TAMAÑO | 38,5 mm x 11 mm | 60 cm |
| CANTIDAD DE LEDS | 3 | 48 |
| RECUBRIMIENTO | PVC | PVC |

Fuente: Autoría

En la Tabla 17 se realiza una comparativa de los elementos que rigen al módulo mp3.

Tabla 17: Tabla de decisión para la elección del módulo mp3

| MÓDULO MP3 | DF PLAYER | WTV020 – 16P |
|------------------------------|---|-------------------------------|
| VOLTAJE | 3,2 – 5 V | 2,3 – 3,6 V |
| TARJETA SD | 2 – 32 GB formato MP3, WAV | 2GB formato AD4 |
| VELOCIDAD DE MUESTREO | 8-48 KHz | 6-36 kHz |
| SALIDA DE AUDIO | Salida DAC de 24 bits, soporte para rango dinámico 90dB | DAC de 16 bits soporte de 6dB |
| PINES | 16 de Salida | 16 de Salida |
| CANTIDAD DE ARCHIVOS | 100 carpetas con 255 archivos | Hasta 512 archivos |
| SALIDAS DE AUDIO | 2 | 2 |

Fuente: Autoría

Se hace una comparativa en la Tabla 18 de las características que cumplen los elementos que pueden cumplir el requerimiento.

Tabla 18: Tabla de decisión para la elección del módulo amplificador de audio

| AMPLIFICADOR DE AUDIO | TDA2030 | Mini Hi-Fi PAM8610 |
|-----------------------------------|----------------|---------------------------|
| VOLTAJE | 5 – 12 V | 7,5 – 15 V |
| CORRIENTE DE EMISIÓN | 29 mA | 20 mA |
| POTENCIA | 18 W | 10 W – 8Ohms |
| COMPATIBILIDAD CON ARDUINO | Si | S Si |
| TAMAÑO | 34 x 24 cm | 20 x 20 cm |
| COSTO | Accesible | Relativamente Caro |

Fuente: Autoría

En la Tabla 19 se muestra la comparación de las características principales que establece el módulo Bluetooth a usar y que es parte del Sistema Móvil y Jirafa.

Tabla 19: Tabla de decisión para la elección del módulo Bluetooth

| MÓDULOS BLUETOOTH | BLUETOOTH HC -05 | BLUETOOTH HC-06 |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| MODO DE OPERACIÓN | Maestro / Esclavo | Esclavo |
| CONEXIÓN | A varios esclavos (máx 7) | A un solo master |
| PIN E/S | 6 | 4 |

Fuente: Autoría

En la Tabla 20 se muestra una comparación de características que tienen algunos elementos que pueden cumplir el acelerómetro que está conformado en el Sistema Móvil.

Tabla 20: Tabla de decisión para la elección del acelerómetro

| ACELERÓMETRO | MMA7361 | MPU6050 |
|-------------------------|----------------|----------------|
| VOLTAJE | 2,2 y 3,6 V | 3,37 a 3,46 V |
| CORRIENTE | 200 uA | 3,9 m A |
| EJES DE MEDICIÓN | 3 ejes (x,y,z) | 3 ejes (x,y,z) |

| | | |
|-----------------------------------|------------------------|---|
| SENSIBILIDAD GIROSCOPIO | NO | $\pm 250, \pm 500, \pm 1000$, y ± 2000 dps |
| SENSIBILIDAD ACELERÓMETRO | $\pm 1,5$ g, ± 6 g | ± 2 g, ± 4 g, ± 8 g y ± 16 g |
| INTERRUPCIONES | No | Programables |
| COMUNICACIÓN | I2C/SPI | I2C |
| TAMAÑO | 2 x 2,5 x 0,01 cm | 0,2 x 0,16 x 0,01 cm |
| FILTROS | Pasa bajo de 1polo | High – pass para giroscopio Low-pass para acelerómetro |
| COMPATIBILIDAD CON ARDUINO | Si | No |
| COSTO | 6\$ | 4,59\$ |

Fuente: Autoría

4.4.2. Elección de la plataforma Open Source

Los requerimientos establecidos en la Tabla 8 son los cuales son necesarios para la elección correcta de la plataforma a usar, cual elección se puede observar en la Tabla 21.

Tabla 21: Tabla de elección de la plataforma Open Source

| PLATAFORMA OPEN SOURCE | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | | | VALORACIÓN |
| | RSD1 | RSD2 | RSD3 | RSD4 | RSD5 | |
| PYTHON | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 11 |
| VISUAL BASIC | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 5 |
| PROCESSING | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| Cumple totalmente 3 | | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 | |

Elección:

De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, la Plataforma Open Source que se adecua al trabajo de titulación es Arduino y si existiere algún tipo de inconveniente se deberá usar Python.

Fuente: Autoría

4.4.3. Elección de la tecnología de comunicación inalámbrica

Los requerimientos que son necesarios para la elección de la tecnología inalámbrica se establecieron en la Tabla 10, de esta manera se puede observar cuál de las opciones es la correcta en la Tabla 22.

Tabla 22: Tabla de elección de la comunicación inalámbrica

| TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA | | | | |
|---|----------------|-----------------------|-----|-------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | VALORACIÓN |
| | RC1 | RC2 | RC3 | |
| BLUETOOTH | 3 | 3 | 3 | 9 |
| WI-FI | 0 | 0 | 3 | 3 |
| ZIGBEE | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Cumple totalmente 3 | | Cumple parcialmente 1 | | No cumple 0 |
| Elección: | | | | |
| De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, la tecnología de comunicación inalámbrica se adecua al trabajo de titulación es la tecnología bluetooth. | | | | |

Fuente: Autoría

4.4.4. Elección de la placa electrónica primaria

En la Tabla 11 se indicó varias placas electrónicas con sus características, y en la Tabla 23 se elige a la placa electrónica primaria que cumple los requerimientos necesarios.

Tabla 23: Tabla de elección de la placa electrónica primaria

| PLACA ELECTRÓNICA PRIMARIA | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|-------------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | | VALORACIÓN |
| | RP1 | RP2 | RP3 | RP4 | |
| ARDUINO MEGA 2560 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| ARDUINO UNO | 0 | 0 | 3 | 3 | 6 |
| ARDUINO LEONARDO | 1 | 0 | 3 | 3 | 7 |

Cumple totalmente 3

Cumple parcialmente 1

No cumple 0

Elección:

De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, la Placa Electrónica Primaria que se adecua al trabajo de titulación es Arduino Mega 2560 y si existiere algún tipo de inconveniente se deberá usar Arduino Leonardo.

Fuente: Autoría

4.4.5. Elección de la placa electrónica secundaria

Se dio a conocer en la Tabla 12 varias características que tienen las placas electrónicas que se pueden usar en el trabajo de titulación, en la Tabla 24 se escoge a la placa electrónica secundaria que cumple los requerimientos propuestos.

Tabla 24: Tabla de elección de la placa electrónica secundaria

| PLACA ELECTRÓNICA SECUNDARIA | | | | |
|------------------------------|----------------|------|------|------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | VALORACIÓN |
| | RPS1 | RPS2 | RPS3 | |
| ARDUINO UNO | 0 | 3 | 0 | 3 |
| ARDUINO NANO | 3 | 3 | 3 | 9 |
| ARDUINO MICRO | 1 | 3 | 0 | 4 |

Cumple totalmente 3

Cumple parcialmente 1

No cumple 0

Elección:

De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, la Placa Electrónica Secundaria que se adecua al trabajo de titulación es Arduino Nano y si existiere algún tipo de inconveniente se deberá usar Arduino Micro.

Fuente: Autoría

4.4.6. Elección del sensor de presión

En la Tabla 13 se pudo observar características que varios tipos de sensor de presión tienen, para elegir el sensor adecuado es necesario que se cumplan los requerimientos para lo cual en la Tabla 25 se puede observar si cumplen o no.

Tabla 25: Tabla de elección del sensor de presión

| SENSOR DE PRESIÓN | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | | | VALORACIÓN |
| | RS1 | RS2 | RS3 | RS4 | RS5 | |
| SENSOR DE PRESIÓN REDONDO | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 11 |
| SENSOR DE PRESIÓN CUADRADO | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| SENSOR DE PRESIÓN FLEXIÓN | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 6 |
| Cumple totalmente 3 | Cumple parcialmente 1 | | | | | No cumple 0 |

Elección:

De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el sensor de presión que se adecua al trabajo de titulación es sensor de presión cuadrado y si existiere algún tipo de inconveniente se deberá usar sensor de presión redondo.

Fuente: Autoría

4.4.7. Elección del sensor infrarrojo

Se mostró en la Tabla 14 características de varios sensores infrarrojos, para la elección del sensor a usar se puede observar el cumplimiento de los requerimientos en la Tabla 26.

Tabla 26: Tabla de elección del sensor infrarrojo

| SENSOR INFRARROJO | | | | |
|--------------------------|-----------------------|------------|------------|-------------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | VALORACIÓN |
| | RI1 | RI2 | RI3 | |
| SHARP 20 - 150 | 0 | 3 | 3 | 6 |
| PIR | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Cumple totalmente 3 | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 |

Elección:

De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el sensor infrarrojo que se adecua al trabajo de titulación es el PIR y si existiere algún tipo de inconveniente se deberá usar Sharp 20- 150.

Fuente: Autoría

4.4.8. Elección del sensor de vibración

Hay varias características que tienen los sensores de vibración y que se las mencionó en la Tabla 15, se escogió el sensor que cumplió con los requerimientos establecidos, en la Tabla 27 se muestra la elección del sensor.

Tabla 27: Tabla de elección del sensor de vibración

| TIPO | SENSOR DE VIBRACIÓN REQUERIMIENTOS | | | | VALORACIÓN |
|--------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-------------|
| | RV1 | RV2 | RV3 | RV4 | |
| SW – 1820P | 3 | 0 | 3 | 3 | 9 |
| PIEZOELÉCTRICO V2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| MINISENSE 100 | 3 | 3 | 0 | 3 | 9 |
| Cumple totalmente 3 | Cumple parcialmente 1 | | | | No cumple 0 |

Elección:
De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el sensor de vibración que se adecua al trabajo de titulación es piezoeléctrico V2

Fuente: Autoría

4.4.9. Elección de las barras led

La Tabla 16 muestra características de tipos de barras led para la elección de la correcta se deben cumplir requerimientos que se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28: Tabla de elección de las barras led

| TIPO | BARRAS LED REQUERIMIENTOS | | | VALORACIÓN |
|----------------------|------------------------------|-----|-----|-------------|
| | RL1 | RL2 | RL3 | |
| 5060 SMD | 3 | 0 | 3 | 6 |
| WTV020 DS-16P | 0 | 3 | 0 | 9 |
| Cumple totalmente 3 | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 |

Elección:
De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, las barras led que se adecuan al trabajo de titulación son las 5060 SMD.

Fuente: Autoría

4.4.10. Elección del módulo MP3

Se dio a conocer varios módulos mp3 en la Tabla 17 con sus características, en la Tabla 29 se muestra la elección del módulo que cumple con los requerimientos.

Tabla 29: Tabla de elección del módulo mp3

| MÓDULO MP3 | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-------------|-------------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | | | VALORACIÓN |
| | RM1 | RM2 | RM3 | RM4 | RM5 | |
| DF PLAYER | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| WTV020 – 16P | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 4 |
| Cumple totalmente 3 | | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 | |

Elección:
De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el MP3 que se adecua al trabajo de titulación es df player.

Fuente: Autoría

4.4.11. Elección del amplificador de audio

De acuerdo con lo establecido en la Tabla 18 en donde se dio a conocer características, se procede a la elección del amplificador de audio en la Tabla 30 en la cual se establece que amplificador de audio es el idóneo.

Tabla 30: Tabla de elección del amplificador de audio

| AMPLIFICADOR DE AUDIO | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-------------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | | VALORACIÓN |
| | RA1 | RA2 | RA3 | RA4 | |
| TDA2030 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Mini Hi-Fi PAM8610 | 3 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| Cumple totalmente 3 | | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 |

Elección:
De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el amplificador de audio que se adecua al trabajo de titulación es el TDA2030.

Fuente: Autoría

4.4.12. Elección del módulo Bluetooth

De acuerdo con lo determinado en la Tabla 19 en donde se establecen características, en la Tabla 31 se establece la elección del módulo Bluetooth que cumple con los requerimientos

Tabla 31: Tabla de elección del módulo Bluetooth

| MÓDULO BLUETOOTH | | | | |
|-------------------------|-----------------------|------------|------------|-------------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | VALORACIÓN |
| | RB1 | RB2 | RB3 | |
| BLUETOOTH HC -05 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| BLUETOOTH HC -06 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Cumple totalmente 3 | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 |

Elección:
De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el módulo bluetooth se adecua al trabajo de titulación es el módulo bluetooth HC-06

Fuente: Autoría

4.4.13. Elección del acelerómetro

De acuerdo con lo establecido en la Tabla 20 en donde se dio a conocer características, se procede a la elección del acelerómetro en la Tabla 32 en la cual se establece cual acelerómetro es el ideal para usarlo.

Tabla 32: Tabla de elección del acelerómetro

| ACELERÓMETRO | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | | | VALORACIÓN |
| | RG1 | RG2 | RG3 | RG4 | RG5 | |
| MMA7361 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| MPU6050 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| Cumple totalmente 3 | Cumple parcialmente 1 | | | | | No cumple 0 |

Elección:

De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el acelerómetro que se adecua al trabajo de titulación es MPU6050.

Fuente: Autoría

4.5. Diagrama de bloques del prototipo

Un diagrama de bloques general presenta de manera gráfica las partes fundamentales del diseño del juguete electrónico, el cual se presenta en la figura 32.

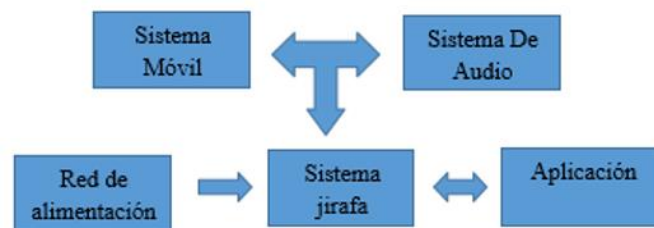


Figura 32: Diagrama de bloques general del juguete electrónico

Fuente: Autoría

Como se puede observar existen 5 bloques a continuación, se explica cada uno de ellos.

1. **Red de alimentación:** La alimentación de todo el diseño electrónico es en corriente alterna con un transformador a corriente continua (AC/DC). Este voltaje fue capaz de alimentar a todos los elementos electrónicos.
2. **Sistema jirafa:** Elementos electrónicos que obtuvieron datos para luego procesarlos. Se trabajó con tres sensores para la ejecución de los módulos Montessori, Sobrepié y Música. Los cuales son: Sensor Infrarrojo, Sensor de Vibración, Sensor de Presión, trabajando con la placa electrónica principal, cubriendo la detección de un movimiento o el peso sobre una superficie.
3. **Sistema Móvil:** En este bloque se trabaja con el Acelerómetro para la ejecución del módulo Montessori, se implementó la placa electrónica secundaria.
4. **Sistema de Audio:** En este bloque se usó elementos de salida indicadores de audio, elementos electrónicos que permitirán complementar los módulos Montessori, Sobrepié y Música.

- 5. Aplicación:** Con el sistema de control de juegos se pone a disposición del usuario la elección del módulo a ejecutar, permitiendo la recepción y procesamiento de los datos. El desarrollo de una interfaz amigable permitió que el maestro/a tenga acceso a los datos reales provenientes del juguete electrónico.

4.6 Diseño de la arquitectura de software

La arquitectura es la manera en cómo se relacionan las partes en un todo, según Bass, Clements y Kaazman definen a la arquitectura de software como “la arquitectura del software de un programa o sistema de cómputo, lo que comprende a los componentes del software, sus propiedades extremas visibles y las relaciones entre ellos”.

Así la arquitectura de software permite:

- Analizar la efectividad del diseño para cumplir las imposiciones establecidos
- Considerar alternativas arquitectónicas en una etapa en la que hacer cambios al diseño es relativamente fácil
- Reducir riesgos asociados con la construcción del software

4.6.1 Arquitectura en Capas

Esta arquitectura se basa en que en cada una de las capas se lleva a cabo operaciones de tal manera que se llega a un resultado del conjunto de instrucciones de máquina y en la figura 33 se muestra la distribución de la arquitectura en capas.

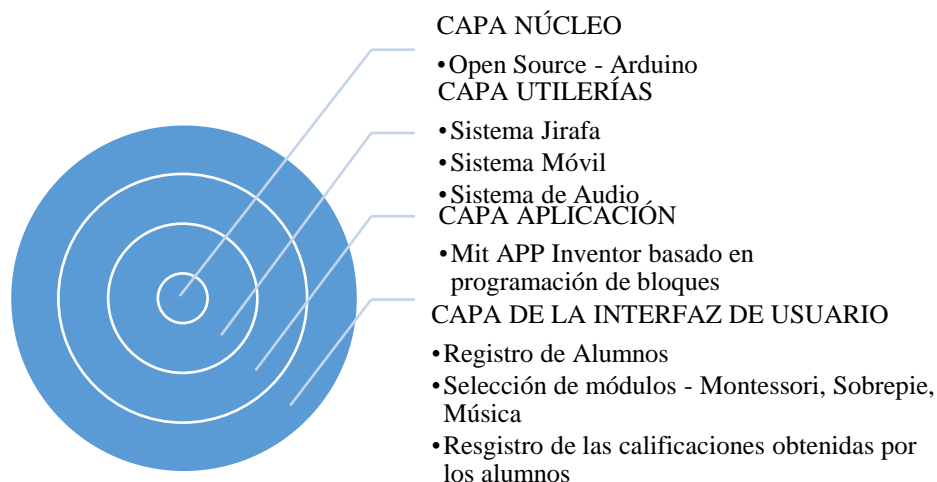


Figura 33: Arquitectura en capas

Fuente: Autoría

4.6.1.1. Capa de la interfaz del Usuario

Esta capa se basa en los mecanismos que se usan para realizar las acciones que el usuario elige a través de la interfaz. En este caso tendríamos la interacción del usuario con la interfaz, la cual permite ingresar los datos del alumno llevando un registro, y la selección de los módulos que la maestra desea que los alumnos realicen.

4.6.1.2 Capa de aplicación

En esta capa se tiene al software de la aplicación, el cual se desarrolló con la plataforma libre de App Inventor que se basa en una programación sencilla en bloques.

4.6.1.3 Capa de utilerías

La capa que provee servicios de utilerías, es decir los elementos que brindan los servicios al sistema de software, los que conformarían el Sistema de Audio, Sistema Jirafa y Sistema Móvil.

4.6.1.4. Capa de Núcleo

Esta capa es la encargada de que los elementos se relacionen con el sistema operativo, basado en el código fuente de programación, en este caso un código del Sistema Jirafa y un código del Sistema Móvil

4.6.2 Sistema en Contexto

En el diseño arquitectónico es necesario usar un diagrama de contexto arquitectónico (DCA) con la finalidad de modelar la manera con la que el software interactúa con entidades más allá de sus alcances. En la figura 34 se puede observar el sistema en contexto del trabajo de titulación.

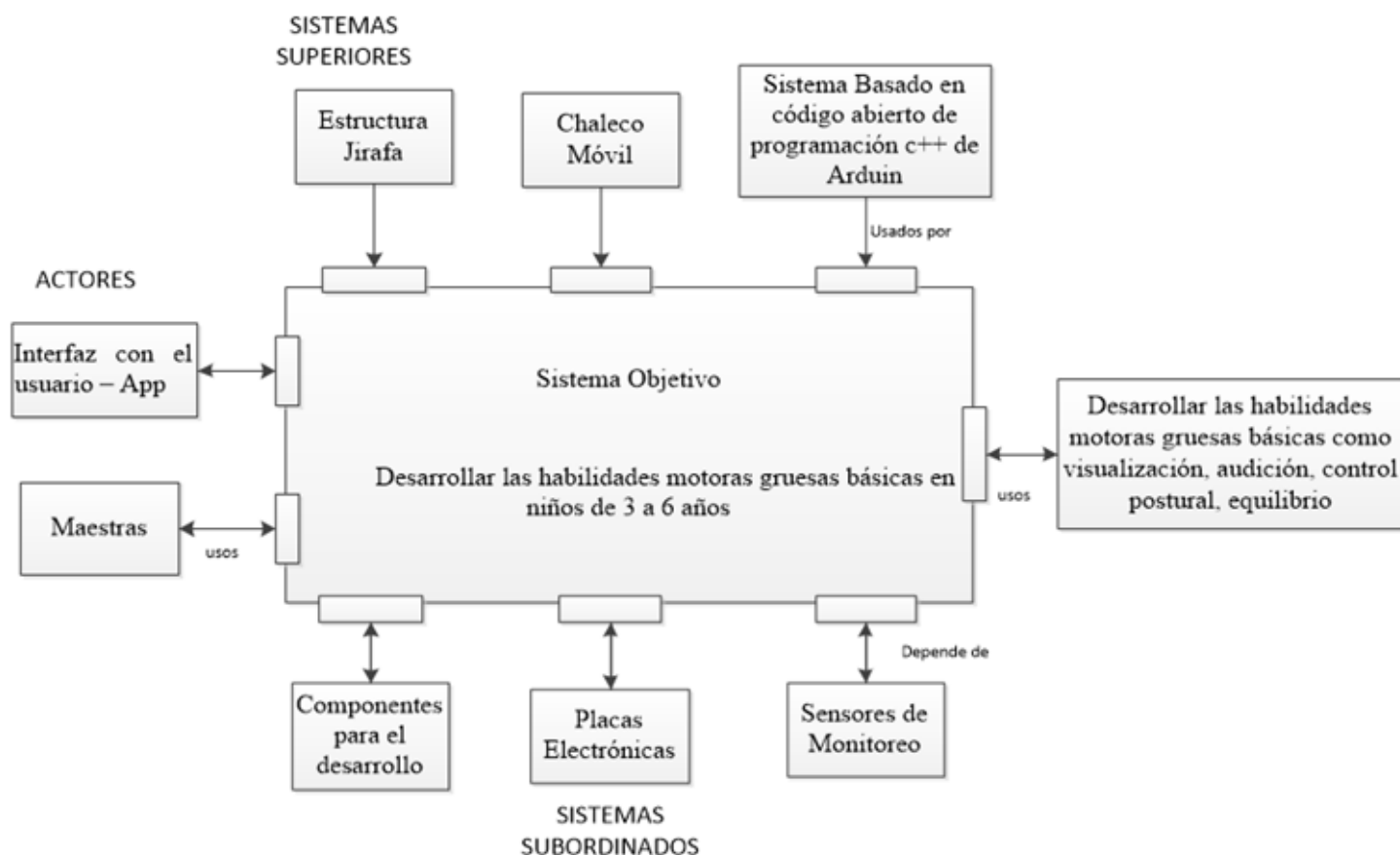


Figura 34: Arquitectura de sistema en contexto

Fuente: Autoría

4.6.2.1 Sistema objetivo

Es el sistema para el cual se desarrolló un diseño arquitectónico, teniendo como objetivo principal el desarrollo del trabajo de titulación

4.6.2.2 Sistemas superiores

Sistemas que por medio del sistema objetivo establecen un esquema de proceso de alto nivel, especificaciones externas para cada componente que se construyó, es decir el controlador general del juguete electrónico

4.6.2.3 Sistemas subordinados

Sistemas primordiales que usados por el sistema objetivo y que son capaces de proveer datos para cumplir las funciones del sistema objetivo, los elementos que son necesarios para el desarrollo del juguete electrónico como las dos placas electrónicas primaria y secundaria (RPE), sensores de monitoreo (RSM) y otros componentes necesarios para el desarrollo (ROD)

4.6.2.4 Actores

Son personas, dispositivos, etc que interactúan con el sistema objetivo y que mediante a la producción de información que sea necesaria para el procesamiento de los requerimientos. La maestra es el principal actor siendo capaz de proporcionar instrucciones para el sistema objetivo como la selección del módulo a usar.

De acuerdo con la descripción general del sistema a continuación se establecerá los conceptos de los elementos elegidos anteriormente que se basan en los requerimientos, la posición de los elementos en la estructura y el diseño de las placas electrónicas del Sistema Jirafa y del Sistema Móvil.

4.7. Sistema Jirafa

Los sensores y elementos electrónicos que se emplearon en este sistema son aquellos que se encuentran ubicados en la parte del tronco de la jirafa. En la figura 35 se muestran los elementos que conforman el Sistema Jirafa.

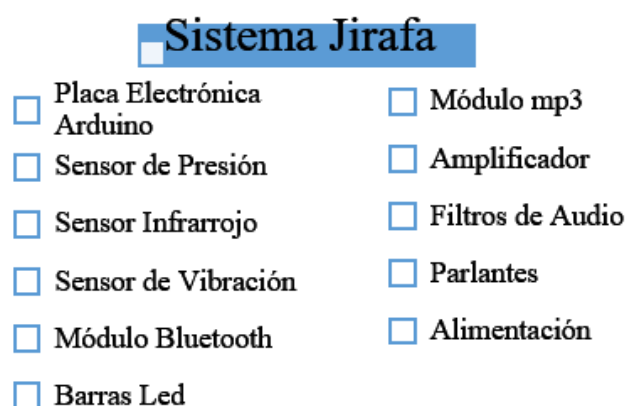


Figura 35: Lista de elementos electrónicos que se encuentran dentro del sistema jirafa

Fuente: Autoría

4.7.1. Arduino Mega 2560

El Arduino Mega 2560 es una placa electrónica basada en el microcontrolador Atmega2560. Cuenta con 54 pines digitales de entrada/salida (15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie de hardware), un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. (Arduino, 2016).

4.7.1.1. Diagrama de la placa

Se presenta en la figura 36 el diagrama de pines de la placa electrónica Arduino Mega 2560.

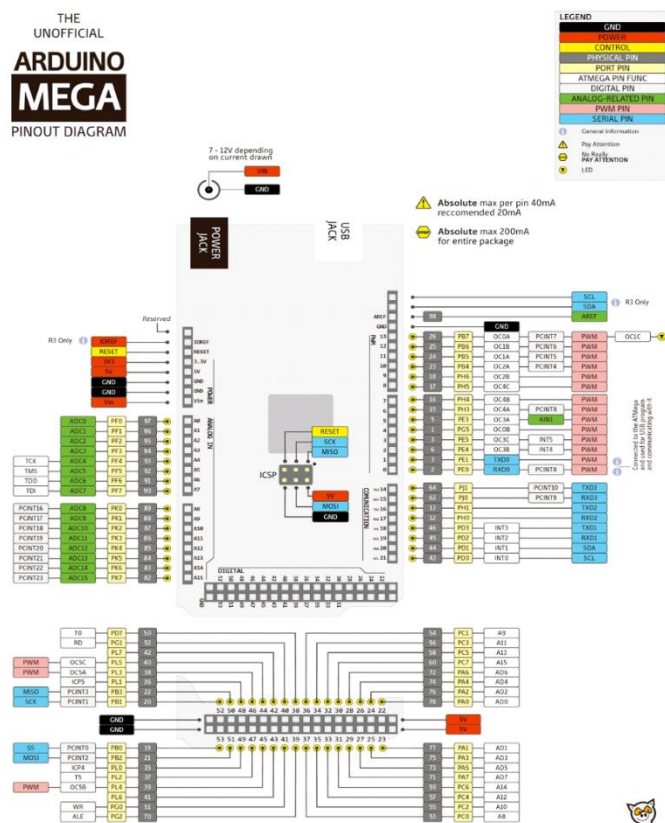


Figura 36: Diagrama de los pines de la placa electrónica Arduino Mega 2560
Fuente: <https://tr3sdland.com/wp-content/uploads/2013/02/ArduinoMega.png>

4.7.1.2. Características

Se presentan varias características que singularizan a la placa Mega 2560 de Arduino.

- Hardware libre, no licenciado.
- Protocolo de comunicación I2C
- Su programación se la puede realizar con el software de Arduino (IDE).
- Cuenta con un “polyfuse” el cual protege a los puertos USB de una sobre corriente

- Puede tener una fuente de alimentación externa o mediante USB.
- Memoria flash robusta para almacenar el código de programación.
- Cantidad de pines favorable para el desarrollo de proyectos de un grado alto de complejidad.
- Fácil restablecimiento.
- Sistema de arranque más rápido.
- Compatibilidad con otras placas Arduino.

En la figura 37 se muestra como se ve el Arduino Mega 2560.



Figura 37: Arduino Mega vista frontal y posterior

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

Para la integración de todos los sensores se usó la placa Arduino Mega 2560 ya que cuenta con una cantidad de pines suficientes (54), en donde esta característica es perfecta para cubrir la conexión de todos los sensores de presión, vibración, barras led y demás elementos que son necesarios para desempeñar todas las necesidades del desarrollo del prototipo. Para la cantidad de líneas de código que se tiene como resultado es necesario una memoria EEPROM de un espacio adecuado (4KB) en comparación a las demás placas electrónicas. Para la conexión de los sensores con la placa electrónica, en el código es necesario el uso de una gran cantidad de variables, por lo cual la robustez de la placa electrónica Arduino Mega 2560 se vuelve una gran ventaja.

4.7.2. Sensor de presión cuadrado

Su estructura es de 2 capas separadas por un espaciador, es decir que cuanto más se presiona, más puntos de elemento activo tocan un semiconductor haciendo que la resistencia disminuya. (Rojas, 2016).

4.7.2.1. Diagrama del sensor de presión

Se presenta en la figura 38 el diagrama de pines y el circuito interno del sensor de presión cuadrado.

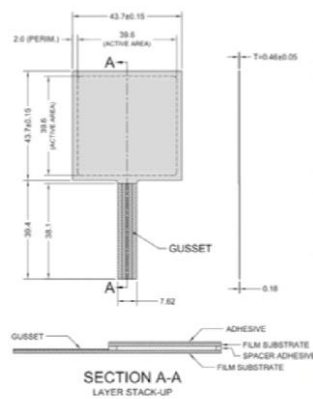


Figura 38: Diagrama de los pines del sensor de presión cuadrado

Fuente: Datasheet

4.7.1.2. Características

El sensor de presión resistiva tiene las siguientes características principales:

- Este sensor es ideal para detectar una fuerza aplicada en la membrana.
- Funciona con cualquier tarjeta de desarrollo o microcontrolador con etapa de ADC.
- Gracias a una gota de silicona se transmite la presión sobre la superficie censora.
- Bajo costo.

- Es muy sencillo de utilizar.
- Tiempo de respuesta rápida de $<1\text{ms}$.
- Longitud: 8,90 cm
- Grosor: 1 mm
- Superficie táctil: 4.44 x 3.80 cm
- Soporta un peso de hasta 15 kg.

En la figura 39 se muestra la imagen del sensor de presión cuadrado.

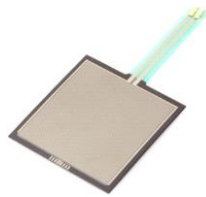


Figura 39: Sensor de presión o de fuerza resistivo

Fuente: http://tienda.bricogeek.com/2135-thickbox_default/sensor-de-fuerza-resistivo-cuadrado.jpg

Este sensor de presión es el adecuado para el desarrollo, el accesible costo del sensor es una de las principales ventajas que presenta, además de ser muy sencillo de usar debido a su estructura que es capaz de adaptarse a cualquier dispositivo de agarre, por sus dos galgas rectas. El área activa del sensor es de 3,81x3, 81 cm, y es capaz de cubrir un área de censado más amplia en comparación a la circular que solo es de 1,27 cm y el sensor de flexión es necesario doblarlo para que empiece a trabajar. Puede ser colocado en cualquier espacio debido a su tamaño, tomando en cuenta la temperatura del mismo.

4.7.3. Sensor PIR

Sensor Infrarrojo Pasivo detecta movimiento que se basa en la radiación infrarroja, ya que incluyen un sensor piezo eléctrico capaz de captar esta radiación y convertirla en una señal eléctrica al momento de detectar movimiento. Es un sensor infrarrojo pasivo. (Llamas, Ingeniería, Informática y Diseño, 2015.a).

4.7.3.1. Diagrama del sensor infrarrojo PIR

Se presenta en la figura 40 el diagrama de pines y el circuito interno del sensor infrarrojo. En la imagen de la parte izquierda se puede observar de manera aérea los pines del sensor, mientras que en la imagen de la derecha se puede observar de manera interna.

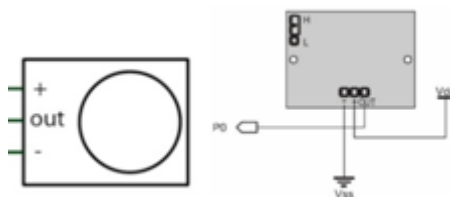


Figura 40: Diagrama de los pines del sensor infrarrojo

Fuente: Datasheet. <http://nicolasspencer.cl/projects/racalamac/demo6.html>

4.7.3.2. Características

El sensor de presión resistiva tiene las siguientes características principales:

- Sensibilidad y tiempo de mantenimiento ajustables
- Corriente en reposo: $<50\mu A$
- Tensión de salida: 3.3V nivel alto / 0 V nivel bajo
- Disparo: puente en posición L no redisparable / H repetitivo
- Temperatura de funcionamiento: -15 a +70°C

- Ángulo detección del sensor: $<100^\circ$
- Tamaño de la lente: 23mm de diámetro

En la figura 41 se muestra la imagen del sensor infrarrojo en su vista frontal y posterior.



Figura 41: Sensor infrarrojo en su vista frontal y posterior.

Fuente: Datasheet

El sensor infrarrojo PIR debido a su detección de movimiento con un cambio de nivel lógico hace de este sensor fácil de configurar, además de su estructura que es adecuada para el ensamblaje del infrarrojo en la estructura de la jirafa. El ángulo de detección $<100^\circ$ es una gran ventaja frente al sensor Sharp, ya que la parada del niño puede ser de una manera no lineal. El voltaje de operación de hasta 20 V, hace que no se corra mucho riesgo con un alta de voltaje.

4.7.4. Sensor de vibración piezoeléctrico V2

Sensor de vibración con disco piezoeléctrico, es un sensor con transductor piezoeléctrico que responde a los cambios de tensión generando un cambio de voltaje de salida medible que es favorable con la fuerza de la vibración.

4.7.4.1. Diagrama del sensor de vibración

Se presenta en la figura 42 diagrama de pines y el circuito interno del sensor infrarrojo.

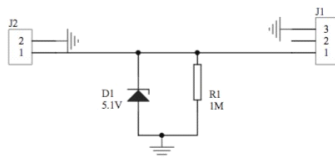


Figura 42: Diagrama de los pines y circuito interno del sensor de vibración
Fuente: Datasheet

4.7.4.2. Características

Se presentan varias características que singularizan a este sensor de vibración:

- Fuente de alimentación no es necesario
- Interfaz analógica
- Corriente menos de 1mA

Se escogió este sensor por su estructura, siendo sencilla de implementar en el juguete electrónico y de que no requiere de ningún acondicionamiento. Además de la señal que entrega el sensor es lineal, lo que hace favorable al momento de realizar la programación en el IDE de Arduino.

Se realizó varias pruebas de funcionamiento del sensor de vibración, ver anexo 3, en donde se puede comprobar que el sensor de vibración no es el adecuado para cumplir los objetivos planteados en el desarrollo del presente proyecto de titulación por el siguiente motivo:

Al realizar un movimiento para la detección de vibraciones del sensor ensamblado en la protoboard, se obtuvo valores independientes de 0 y 1 según la programación y calibración descrita en el Anexo 3, sin embargo al ensamblar los sensores de vibración en la estructura de la jirafa, con el movimiento brusco de los niños durante el desarrollo del módulo música todos

los sensores se activaban y se recibía una gran cantidad de datos lo que ocasionaba la saturación de los mismos y por ende la aplicación no lograba el correcto desempeño. Las vibraciones generadas por los movimientos de los niños generan una tensión, la cual se calibró al más bajo rango de sensibilidad, pero las respuestas fueron las mismas, con un ligero cambio en el desempeño de la aplicación, por lo que se optó por no usar los sensores de vibración para que no exista conflictos en las mediciones y por ende en el cumplimiento de los objetivos propuestos. En lugar de usar los sensores de vibración se tomó la decisión de usar los sensores de presión, en la Tabla 33 se detalla los requerimientos del sensor de vibración adicionales de los requerimientos que se mostraron en la Tabla 8.

Tabla 33: Tabla de requerimientos del sensor de vibración

| CÓDIGO | REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD | PRIORIDAD | | |
|---------------|--|------------------|--------------|-------------|
| | | ALTO | MEDIO | BAJO |
| RV1 | Funcionamiento | X | | |
| RV2 | Calibración | | X | |
| RV3 | Señal emitida por el sensor | X | | |
| RV4 | Acción del sensor en la estructura | | X | |

Fuente: Autoría

De acuerdo a los requerimientos de la Tabla 33 se tiene las características de los elementos a considerar en la Tabla 34.

Tabla 34: Tabla de reemplazo del sensor de vibración

| REQUERIMIENTOS | FSR | PIEZOELÉCTRICO V2 |
|---|---------------------------------|--|
| FUNCIONAMIENTO | Presión | Vibración |
| CALIBRACIÓN | Rango establecido -800 | Mínima -20 |
| SEÑAL EMITIDA AL PRESIONAR EL SENSOR | Por cada sensor | Por todos los sensores |
| ACCIÓN | Emitir una señal al presionarlo | Emitir una señal al percibir vibración |

Fuente: Autoría

De acuerdo a los elementos con características de la Tabla 34 se puede reemplazar el sensor de vibración por el sensor de presión siguiendo los requerimientos de la Tabla 35.

Tabla 35: Tabla de elección del reemplazo del sensor de vibración

| REEMPLAZO DEL SENSOR DE VIBRACIÓN | | | | | |
|---|----------------|-----------------------|-----|-----|-------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | | VALORACIÓN |
| | RV1 | RV2 | RV3 | RV4 | |
| FSR SENSOR DE PRESIÓN | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| SENSOR DE VIBRACIÓN | 3 | 1 | 0 | 3 | 7 |
| Cumple totalmente 3 | | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 |
| Elección: | | | | | |
| De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el sensor de presión se adecua al trabajo de titulación más que sensor de vibración. | | | | | |

Fuente: Autoría

En conclusión, el sensor de presión actúa de la misma manera que el sensor de vibración, con la diferencia de su forma de percibir las señales. Una gran ventaja al realizar este cambio es que se simplifica la realización de placas, además de que se tiene ya calibrado el sensor de presión. El sensor de presión actuará de la misma manera que se detalló anteriormente, el cambio se basará en la programación de la placa de Arduino.

4.7.5. Barra led 5060 SMD

Esta barra de leds cuenta con 3 leds de alta potencia. Los mismos vienen montados sobre una placa circular de 50 mm de aluminio, de 11 mm de espesor. Esta placa colabora con la disipación de la temperatura. Presenta dos cables que deben ser conectados a 12VDC respetando las polaridades.

4.7.5.1. Diagrama de la barra led.

Se presenta en la figura 43 el diagrama de pines y el circuito interno del sensor infrarrojo.



Figura 43: Diagrama de pines de las Barras de tres leds
Fuente: Datasheet

4.7.5.2. Características

Se presentan las características principales de la barra led 5060 SMD

- Funcionan "normalmente" a una tensión constante de 12 o 24 Voltios
- Color blanco.
- Potencia de 0,72 W cada led.

La barra de led 5060 SMD por su estructura de tres leds se vuelve precisa para el diseño y ensamblaje de la estructura del cuello de la jirafa, ya que el cuello se divide en 6 partes, es importante que la luz emitida por cada parte sea independiente, además de que la luz led sea capaz de dar una perspectiva adecuada al color de cada una de los recuadros del cuello de la jirafa.

4.7.6. Tecnología de comunicación inalámbrica

La tecnología inalámbrica con la cual se trabajó es la Tecnología Bluetooth ya que se cumple con ciertos aspectos fundamentales en el desarrollo del diseño del juguete como es el área de cobertura personal (10m), el Sistema de vinculación de dispositivos fácil mediante PIN, pero al mismo tiempo seguro con un control de la transferencia de los datos eligiendo los datos a transferir. De la misma manera el protocolo que maneja es robusto y seguro, IEEE

802.11.15.1, lo cual permite la comunicación entre dispositivos cuando estos se encuentran en el área de cobertura, es decir cerca del juguete electrónico. Y el costo y la adquisición de un elemento basado en esta tecnología son sumamente accesible y sencilla en comparación de los elementos que funcionen en base al Wi-Fi o Zigbe.

4.7.7. Módulo Bluetooth HC – 06

Es un módulo muy popular para aplicaciones con micro-controladores PIC y Arduino. Es fácil para colocarlo en un protoboard y cablearlo directamente a cualquier micro-controlador, incluso sin realizar soldaduras. Acepta un set muy básico de comandos AT, el módulo Hc-06 es un modelo sencillo que no necesita muchas opciones para su configuración y que permite conectar nuestros dispositivos con microcontroladores a la PC, tablets, celulares, etc. Su funcionamiento se basa en ondas que permiten la conexión del dispositivo móvil con el Arduino, para que el usuario reciba las notificaciones correspondientes que emite el Arduino. (Rúben, 2014). En la figura 44 se muestra la vista frontal y posterior del módulo bluetooth HC-06.



Figura 44: Módulo bluetooth HC-06 vista frontal y posterior

Fuente: http://botscience.net/store/index.php?route=product/product&product_id=69

4.7.7.1. Diagrama del módulo Bluetooth

Se presenta en la figura 45 el diagrama de pines y el circuito interno del módulo Bluetooth.

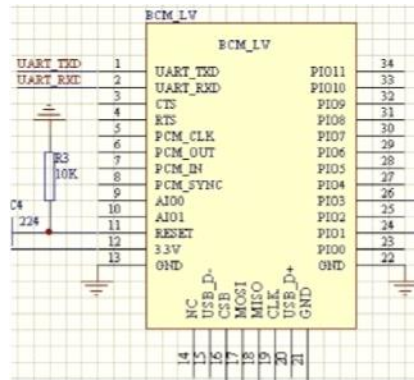


Figura 45: Diagrama de pines y circuito interno del módulo Bluetooth HC-06
Fuente: Datasheet

4.7.7.2. Características

El modulo Bluetooth HC-06 tiene diferentes características técnicas que se mencionan a continuación:

- Chip CSR Bluetooth, compatible con el protocolo Bluetooth V2.0
- Voltaje de operación 3.3V
- Baud Rate ajustable: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 15200
- Tamaño: 28mm x 15 mm x 2.35mm
- Corriente de operación 40 mA
- Corriente en modo de descanso < 1mA
- Modo de trabajo esclavo.

Las características técnicas que se deben analizar al momento de elegir un dispositivo inalámbrico son la potencia, velocidad, frecuencia de operación, interoperabilidad y el área de cobertura. El módulo bluetooth HC-06 es el indicado, ya que su potencia de emisión (6dBm) es la indicada para cubrir el área de interconexión del juguete con el dispositivo móvil, la

velocidad de transferencia depende de los baudios configurados con los comandos AT, por lo general (9600 bps), al contar con varias opciones se debe elegir la adecuada que permita la conexión y transferencia del juguete al dispositivo móvil y viceversa. Además de que la configuración es sencilla mediante los comandos AT, el costo es accesible y su conexión también es sencilla, siendo fácil de implementar ya que es compatible con la plataforma de Arduino.

4.7.8. Módulo DF PLAYER

El módulo df player es un microcontrolador que reproduce sonidos almacenados en una tarjeta micro SD. Se acopla fácilmente a la placa Arduino. Este módulo funciona con solo guardar los sonidos en la tarjeta SD y conectarlo al Arduino. (Molina, 2015).

4.7.8.1. Diagrama del módulo DF PLAYER

Se presenta en la figura 46 el diagrama de pines del módulo mp3.



Figura 46: Diagrama de pines del módulo mp3 df player
Fuente: Datasheet

4.7.8.2 Características

Las características principales que cuenta el módulo son:

- Software compatible con controlador de la tarjeta del TF para apoyar FAT16, FAT32

- Fácil de usar , estable y fiable
- Puede ser usado como un módulo independiente o acoplado a una placa Arduino
- Organización de archivos por carpeta.
- Se puede controlar por señales seriales o digitales.
- Protocolo RS485.

Este módulo de reproducción mp3 cuenta con la capacidad y facilidad de reproducir sonidos, música, notas musicales grabadas previamente en su tarjeta SD, la cual tiene una cantidad de memoria de casi 10 veces más que el módulo WTV020 DS-16P, también se toma en cuenta el formato mp3 y WAV de los archivos, lo cual hace el uso del módulo df player un procedimiento sencillo. La alimentación de 5 Voltios se vuelve indispensable al momento de realizar la conexión con los demás elementos electrónicos, ya que si la alimentación fuera de 3 Voltios el sensor no soportaría el voltaje que suministra el Arduino y se fundiría. Su estructura, la funcionalidad y su aplicabilidad son las ventajas principales. Además de que gracias al uso del protocolo RS485 facilita la comunicación con el Arduino y la programación en el IDE resulta sencilla gracias a sus librerías. Los diferentes juegos presentados en el prototipo están pensados en el desarrollo de la audición, por lo que se vuelve indispensable el uso de este módulo.

4.7.9. Módulo amplificador de audio TDA2030

Es un amplificador de audio que cuenta con un circuito integrado tipo TDA2030 con un disipador de calor, siendo un circuito integrado monolítico. Se amplifica una señal de audio muy pequeña que se obtiene de una fuente de sonido, la amplificación depende del voltaje de la fuente de alimentación, ya que no será mayor a este

4.7.9.1. Diagrama del módulo TDA2030

Se presenta en la figura 47 el diagrama del módulo amplificador de audio TDA2030.

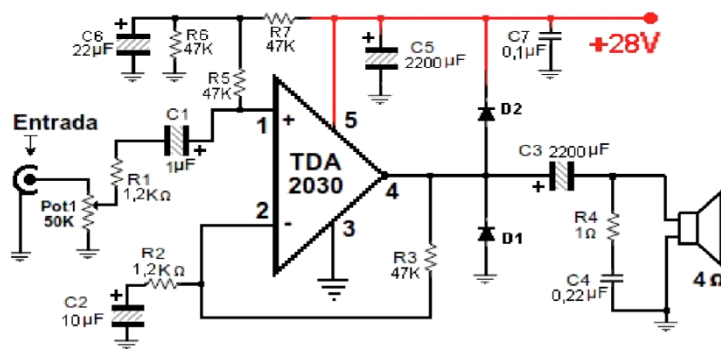


Figura 47: Diagrama del circuito interno del módulo TDA2030
Fuente: Datasheet

4.7.9.2 Características

Las características principales que cuenta el módulo son:

- Control de volumen mediante un resistor ajustable
- La bocina a la que se le conecte puede ser de 4 u 8 Ohms
- Cuenta con un led de encendido
- Fácil de usar
- Pines de alimentación, de señal y la bocina
- Un solo canal de audio
- Componentes usados son básicos, lo que hace que su precio se accesible
- Amplificar señales de computador, celular IPoD, MP3, MP4, Tablet entre otro

En la figura 48 se muestra la vista superior y posterior del módulo de amplificación de audio TDA2030.



Figura 48: Vista superior y posterior del módulo de amplificación de audio TDA2030

Fuente: <http://www.dx.com/es/p/tda2030-audio-amplifier-module-404662#.WOWJ4RgqiRs>

El módulo amplificador de audio TDA2030 se apega más a las especificaciones de voltaje, 5 Voltios, que en el transcurso del desarrollo se está poniendo a prueba, a diferencia del Mini Hi-Fi PAM8610 que opera desde 7.5 Voltios. Debido a que cuenta con un disipador de calor para el transistor, se puede decir que el tiempo de operación se prolonga sin ningún riesgo de daño. La potencia de 18 W hace que la salida de audio sea más efectiva que la salida de audio de 10 W, tomando en cuenta que en el desarrollo de los módulos se tiene como característica de guía de audios.

4.7.10. Consumo de corriente en el sistema Jirafa

En el sistema jirafa se usan diferentes dispositivos electrónicos, sensores, por lo que es necesario establecer el consumo de la corriente del sistema para conocer que el valor teórico y real del sistema se correlacionen.

Cálculo del valor de la potencia en las barras led

$$P = 0,72 \text{ W (cada led)}$$

$$P = 0,72 \text{ W} \times 3 \text{ leds (6 barras led)}$$

$$P = 6 \times 0,72 \cong 12,96 \text{ W}$$

Cálculo del valor de la Corriente en las barras led

En la Ecuación 2 se muestra la Fórmula de la Potencia

$$P = I \times V$$

Ecuación 2. Fórmula de la Potencia.

Fuente: Fowler Richard J. (1994). Electricidad. Principios y Aplicaciones. REVERTE.p 42

P = Potencia de las barras led

V = Tensión de trabajo de las barras led

I = Corriente a calcular

Se despeja la corriente de la ecuación 2, quedando como resultado la Ecuación 3

$$I = P/V$$

Ecuación 3. Fórmula de la Corriente

Fuente: Fowler Richard J. (1994). Electricidad. Principios y Aplicaciones. REVERTE.p 42

V = 12 Voltios

P = 12,96 W

Se reemplaza los datos en la ecuación 3

$$I = \frac{12,96}{12} \cong 1,08 \text{ A}$$

Con el valor de la corriente total de las barras led se muestra en la Tabla 36 los valores de la corriente teórica de los elementos del sistema jirafa.

Tabla 36: Corriente teórica de los elementos del sistema jirafa

| ELEMENTO | CORRIENTE |
|--|--------------------------|
| PLACA ELECTRÓICA ARDUINO PRIMARIA | 40 mA |
| SENSOR DE PRESIÓN | 1 mA por fuerza aplicada |
| SENSOR INFRAROJO | 50 μ A |
| BARRAS LED | 1,08A |
| MÓDULOMP3 | 20 mA |
| MÓDULO BLUETOOTH | 30 – 40 mA |

Fuente: Autoría

4.7.10.1. Consumo del módulo DF PLAYER

En base a la hoja de datos el consumo de energía es de 20mA, este valor es el que se consumirá en el circuito del sistema, así entonces su rango máximo y mínimo se da con el mismo valor.

4.7.10.2. Consumo de la plataforma Arduino Mega 2560.

Teóricamente las especificaciones técnicas que tiene el módulo Arduino Mega 2560, las cuales se presentaron en el Capítulo II, dicen que el consumo de corriente máxima por cada pin de entrada y salida es de 40mA y en base a la hoja de datos el componente presenta un consumo de corriente total máxima de 500mA, si la alimentación dada al Arduino es por medio de un puerto USB, batería o fuente de alimentación externa. La distribución del consumo se presenta en la Tabla 37.

Tabla 37: Distribución de corriente en la Plataforma Arduino Mega 2560

| ELEMENTOS | CORRIENTE |
|----------------------------------|------------------|
| PINES DE ENTRADA Y SALIDA | 220MA |
| PIN DE ALIMENTACIÓN | 280mA |

Fuente: Autoría

Sumando todos los pines de entrada y salida el consumo es de 220mA, sin incluir el pin de 5V, incluyendo este pin el consumo es de 500mA, por lo tanto, el pin de alimentación consume un total de 280mA.

En el diseño de la aplicación electrónica se usan 15 pines del módulo Arduino cada pin consume una carga que se muestra en la tabla 38.

Tabla 38: Corriente en los Elementos del Sistema Jirafa

| ELEMENTOS | CORRIENTE |
|--------------------------|------------------|
| SENSOR DE PRESIÓN | 35mA |
| SENSOR INFRARROJO | 0,05m A |
| BARRAS LED | 1080 mA |

Fuente: Autoría

Por lo tanto, con el uso de los 15 pines se consumiría una corriente máxima de 1115,02 mA, este valor se obtiene al momento de usar todos los sensores. Por otra parte, el consumo de energía de la plataforma Arduino es de 100m A en uso constante, la suma de los valores dados anteriormente da como resultado el consumo máximo de energía:

$$\text{Consumo máximo módulo Arduino} = 100\text{mA} + 1115,92 \text{ mA}$$

$$\text{Consumo máximo módulo Arduino} = \mathbf{1215,02 \text{ mA} = 1,21 \text{ A}}$$

El módulo mp3 consume 20mA, el dispositivo de sonido consume una carga de 100mA, valores considerados mínimos y máximos cuando los elementos funcionan con o sin continuidad. A continuación, se muestra el valor de consumo total del circuito cuando se encuentra funcionando continuamente, es decir todos los elementos del sistema Jirafa estarán funcionando al mismo tiempo.

Consumo total máximo= $1215,02 \text{ mA} + 20 \text{ mA} + 100 \text{ mA}$

Consumo total máximo= **$1335,02 \text{ mA} = 1,33 \text{ A}$**

Para realizar el cálculo del consumo real de energía del circuito se considera que se debe estar realizando uno de los juegos, el juego Sobrepie, es importante tener en cuenta que el módulo mp3 consume 20mA, el dispositivo de sonido consume 100mA, y el funcionamiento del juego Sobrepie consume 215 mA y el consumo del módulo Arduino es de 1215,02 mA, se obtiene lo siguiente:

Consumo total = $100 \text{ mA} + 215 \text{ mA} + 20 \text{ mA} + 1215,02 \text{ mA}$

Consumo total = **$1550,02 \text{ mA} = 1,55 \text{ A}$**

4.7.11. Diagrama de conexión del sistema jirafa

En la figura 49 se muestra el diagrama de conexión de todos los sensores y elementos electrónicos que se encuentran en el sistema jirafa.

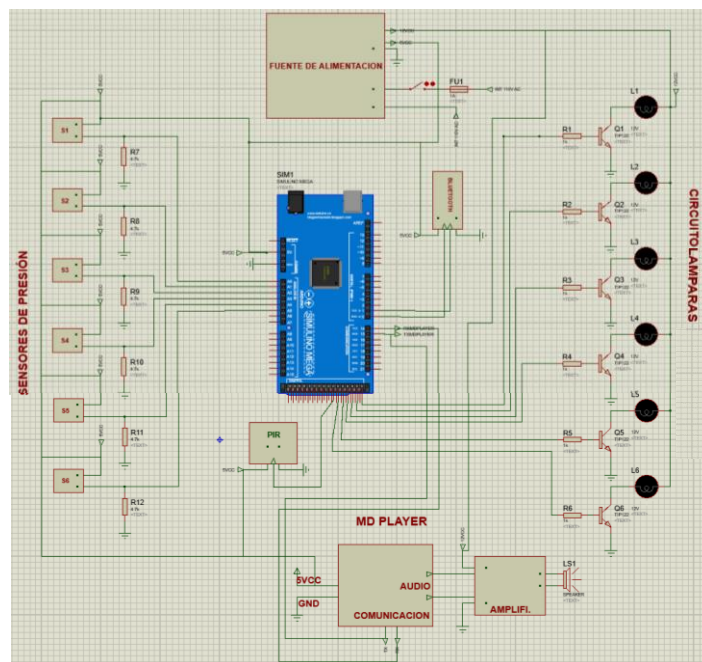


Figura 49: Diagrama de conexión de sensores del sistema jirafa

Fuente: Autoría

4.7.11.1 Diagrama de conexión de los Sensores de Presión.

En cada recuadro del cuello de la jirafa se procede a colocar un sensor de presión, un total de seis sensores, para la correcta obtención de los datos se realizó varias pruebas iniciales de los sensores de presión con niños de 3 años y 6 años, ver Anexo 4, con el objetivo de obtener datos reales de la interacción del sensor con el peso de los niños y saber seleccionar el elemento que actuará de soporte del sensor de presión. En la figura 50 se muestra el diagrama de conexión de los sensores.

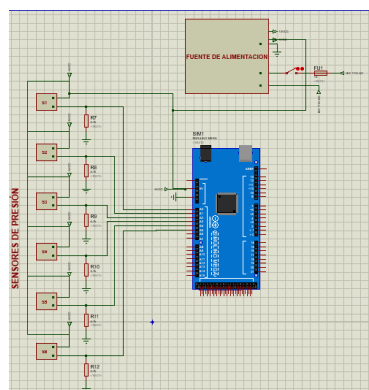


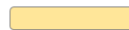



Figura 50: Diagrama de conexión de sensores de presión

Fuente: Autoría

- 1. Posición de los Sensores de Presión:** Los materiales que se puso a prueba para el soporte del sensor de presión son la esponja y papel fomi, los cuales se colocó entre el sensor y el vidrio, en la tabla 39 se encuentra especificada la nomenclatura:

Tabla 39: Nomenclatura de diagrama

| MATERIALES | NOMBRE |
|---|-------------------|
|  | VIDRIO |
|  | FOMI |
|  | ESPONJA |
|  | SENSOR DE PRESION |

Fuente: Autoría

Después de realizar varias pruebas, ver Anexo 4, el sensor de presión se colocó bajo una sola esponja como se muestra en la figura 51, siendo así el resultado final:

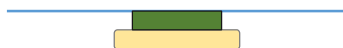


Figura 51: 4 Esponjas y sensor de presión

Fuente: Autoría

Los niños se colocaron en el primer recuadro del cuello de la jirafa para poder observar con que material los datos son más reales, los niños de 3 y 6 años realizaron la parada sobre un pie como se muestra en la figura 52 y sobre los dos pies como se muestra en la figura 53.

Datos del niño:

Nombre: Daniel

Edad: 3 años

Peso: 12 kg

Datos del niño:

Nombre: Daniel

Edad: 6 años

Peso: 23 kg



Figura 52. Niños de 3 (izq) y 6 (drc) años parada en un pie

Fuente: Autoría



Figura 53. Niños de 3 (izq) y 6 (drc) años parada en dos pies

Fuente: Autoría

Obteniendo como resultados los que se muestran en la Tabla 40 los datos de las pisadas del niño de 3 años y en la Tabla 41 los datos de las pisadas del niño de 6 años:

Tabla 40: Datos de pisadas en niños de 3 años

| PESO (14Kg) | SOBRE UN PIE | SOBRE DOS PIES |
|--------------------|---------------------|-----------------------|
| 4 Esponjas | 987 | 994 |
| 3 Esponjas | 979 | 987 |
| 2 Esponjas | 974 | 986 |
| 1 Esponja | 969 | 971 |
| Fomi | 994 | 997 |

Fuente: Autoría

Tabla 41: Datos de pisadas en niños de 3 años

| PESO (21Kg) | SOBRE UN PIE | SOBRE DOS PIES |
|--------------------|---------------------|-----------------------|
| 4 Esponjas | 993 | 997 |
| 3 Esponjas | 994 | 996 |
| 2 Esponjas | 984 | 989 |
| 1 Esponja | 952 | 953 |
| Fomi | 985 | 987 |

Fuente: Autoría

Con estos datos se llega a la conclusión de que se usa una esponja con el sensor en la parte superior ya que se obtuvo los datos más bajos del sensor además de que el sensor soportó el peso máximo del niño de 6 años de edad. En la figura 54 se muestra la estructura de los sensores de presión en la estructura de la jirafa:



Figura 54. Conexión y estructura de los sensores de presión

Fuente: Autoría

2. Estado de los Sensores de Presión: Los sensores de presión van actuar en dos estados, cuando el niño aplique presión o cuando no actúa de ninguna manera, es decir en un estado High o Low, es por esto que es necesario que los sensores de presión se encuentren en Resistencia Pull – Down, la cual se basa en que cuando el sensor de presión no esté actuando (abierto) la corriente se dirigirá a la resistencia con un valor de 0 en la salida y si se aplica presión al sensor (cerrado) la corriente se dirigirá a la resistencia con un valor lógico de High (1) en la salida. En la figura 55 se muestra la resistencia en Pull – Down en circuito abierto y cerrado.

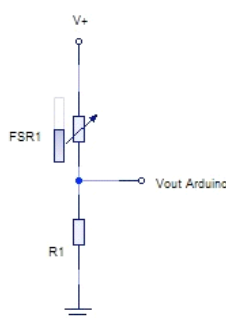


Figura 55: Sensor de presión en resistencia modo Pull - Down

Fuente: Aprender jugando en familia, (25, Septiembre, 2013). Montessori en el hogar [Entrada de blog].

Recuperado de http://www.aprenderjugandoenfamilia.com/2012/09/normal-0-21-false-falsefalse-es-x-none_25.html

3. Resistencias: Es un componente pasivo que se ubica en el paso de una corriente y que se opone a que ésta circule. Permite controlar el flujo de corriente y tensión dentro de un circuito. Se representan con la letra R y su valor se mide en Ohms o en sus múltiplos, KiloOhms ($1\text{ K}\Omega = 1000\ \Omega$) o MegaOhms ($1\text{ M}\Omega = 1000\text{ K}\Omega$). Hay una gran variedad de tipos de resistencias y de valores posibles. (Zabala, 2007a). En la figura 56 se muestra la imagen de una resistencia con el orden de los colores para determinar el valor de la misma.

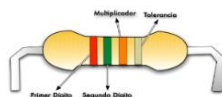


Figura 56: Resistencia – Código de colores.

Fuente: <http://3.bp.blogspot.com/oDtvgrLjFLE/VY4JtTgXOaI/AAAAAAAAABQ/7NjKw6m5tPY/s1600/resistencia.png>

Cada resistencia tiene un valor específico, el cual se lo puede distinguir de acuerdo a un código de colores que determina la resistencia y la tolerancia. Los tres primeros colores definen el valor de la resistencia y cada uno de ellos representa un dígito decimal; los dos primeros colores indican el valor en Ω y el tercero es el multiplicador del valor anterior para obtener el valor final; el cuarto dígito representa la tolerancia del componente. (Zabala, 2007b). En la tabla 42 se muestra los valores de acuerdo al color y posición de las franjas en la resistencia

Tabla 42: Código de colores de las resistencias

| COLORES | PRIMERA BANDA | SEGUNDA BANDA | TERCERA BANDA | TOLERANCIA |
|----------|---------------|---------------|---------------|------------|
| NEGRO | 0 | 0 | x1 | |
| MARRÓN | 1 | 1 | x10 | 2% |
| ROJO | 2 | 2 | x100 | |
| NARANJA | 3 | 3 | x1000 | |
| AMARILLO | 4 | 4 | x10000 | |
| VERDE | 5 | 5 | x100000 | |
| AZUL | 6 | 6 | x1000000 | |
| VIOLETA | 7 | 7 | x10000000 | |
| GRIS | 8 | 8 | x100000000 | |
| BLANCO | 9 | 9 | | |
| DORADO | | | 0,1 | 5% |
| PLATEADO | | | 0,001 | 10% |

Fuente: Basado en Zabala, G. (2007). Robótica (1era ed.). Banfield, Lomas de Zamora: Gradi

- 4. Cálculo del valor de la resistencia:** El valor clásico de una resistencia Pull - Down está entre $1K\Omega$ y $10K\Omega$, pero puede ser mayor a estos. Sin embargo hay que destacar que cuanto mayor sea la resistencia para pull-down, más lento es el pin en responder a

los cambios de voltaje. El valor de la resistencia es muy usado en comunicaciones I2C para evitar colisiones entre distintos voltajes operando sobre un bus común. (Rduinostar, 2012).

En la figura 55 se mostró el diagrama del sensor de resistencia en pull-down por lo que al momento de calcular el valor de la resistencia es necesario usar la fórmula de Divisor de Voltaje, la fórmula se muestra en la ecuación 4:

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1 + \frac{FSR1}{R1}}$$

Ecuación 4. Fórmula de Divisor de Voltaje

Fuente: Datasheet del sensor FSR

V_{in} = Voltaje de entrada = 5V

V_{out} = Voltaje de Salida Arduino

$FSR1$ = Resistencia máxima del sensor de fuerza = $1K\Omega$

$R1$ = Resistencia a calcular

La tensión de salida aumenta con la fuerza creciente. Entonces

$$V_{out} = V_{in} / 2$$

$$V_{out} 5 / 2 = 2.5 V$$

Se reemplaza los valores en la ecuación 4

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1 + \frac{FSR1}{R1}}$$

$$1 + \frac{FSR1}{R1} = \frac{Vin}{Vout}$$

$$\frac{1}{R1} = \left(\frac{Vin}{Vout} - 1 \right)$$

$$FSR1 = \left(\frac{Vin}{Vout} - 1 \right) R1$$

$$\frac{FSR1}{\left(\frac{Vin}{Vout} - 1 \right)} = R1$$

$$\frac{1 \text{ K}}{\left(\frac{5}{2,5} - 1 \right)} = R1$$

$$\frac{1 \text{ K}}{1} = R1 \approx 1 \text{ K}\Omega$$

La conexión de los sensores de presión se realizó inicialmente en protoboard, ver Anexo 4, el procedimiento que se realizó.

5. Diseño de la placa electrónica: Es necesario realizar un diseño autónomo de la conexión de los sensores de presión en resistencia Pull-Down en una pequeña placa de baquelita, para optimizar espacio esencial en el ensamblaje del juguete electrónico. Para este diseño, se usó la herramienta del editor esquemático PSB WIZARD en donde la mayor parte de agujeros son los cuales permitirán adecuar materiales como bornera doble y espadines tipo hembra. En la figura 57 se muestra el plano de conexión de la placa de la conexión de los sensores de presión en resistencia Pull-Down.

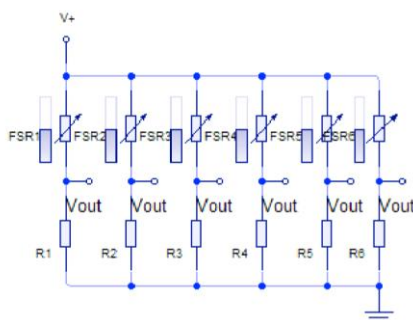


Figura 57: Diseño de la placa de los sensores de presión

Fuente: Autoría

Con el plano esquemático diseñado, se procede a transformar a un circuito impreso en donde se puede dibujar de manera manual las pistas que interconectarán los diferentes componentes electrónicos. Se observa en la figura 58 las pistas enrutadas.

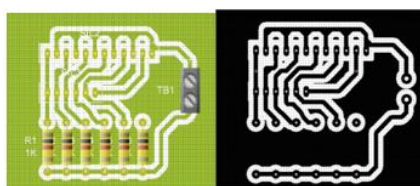


Figura 58: Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión de sensores de presión en resistencia pull – down

Fuente: Autoría

Con el diseño del circuito electrónico, es necesario realizar la impresión láser del circuito en papel termotransferible, este papel es adecuado para el adherido perfecto del circuito, en la figura 59 se puede observar las pistas impresas en el papel termotransferible



Figura 59: Pistas ruteadas de la conexión de los sensores de presión en resistencia pull - down impresas en papel termotransferible

Fuente: Autoría

Con todos los materiales listos se procede a realizar las conexiones que permiten adaptar los seis sensores de presión en resistencia Pull - Down con la finalidad de estabilizar la variación de los rangos resistivos de cada sensor, ya que puede existir diferentes tipos de ruido electrónico; los espadines tipo hembra cumplen la función de conectar los cables conductores tipo macho que vienen de cada sensor además de conectar los cables tipo macho de la salida del estado de los sensores de presión al Arduino en los pines desde el A0 hasta A6; el cautín, estaño y pasta fueron materiales que permitieron la conexión de todos los componentes electrónicos en la baquelita. El resultado final de la baquelita se muestra en la figura 60.



Figura 60: Placa de los sensores de presión vista frontal y pistas soldadas vista posterior.

Fuente: Autoría

4.7.11.2 Diagrama de conexión del sensor infrarrojo

En la figura 61 se muestra el diagrama de conexión del sensor infrarrojo PIR. Este sensor actúa como verificador de fin del módulo Montessori.

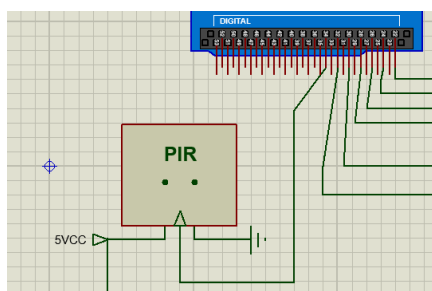


Figura 61: Diagrama de conexión del Sensor Infrarrojo.

Fuente: Autoría

1. **Posición del Sensor Infrarrojo:** Por el objetivo antes mencionado que debe cumplir el infrarrojo, en la estructura de la jirafa se debe ensamblar el sensor al final de la misma, es decir en la cabeza, tomando en cuenta que la posición del sensor es estratégica ya que cubre los rangos posibles de cruce del cuerpo de los niños, por la medida del ángulo que es capaz de censar el PIR debido a su lente de plástico, en la figura 62 se puede observar el resultado del ensamblaje.



Figura 62: Ensamblaje del sensor infrarrojo en la estructura de la jirafa.

Fuente: Autoría

2. **Estado del Sensor Infrarrojo:** El sensor infrarrojo va actuar al momento de detectar cambios de radiación IR emitiendo una señal de alerta, en este caso un carácter “1”, cuando el carácter sea recibido se podrá verificar que el módulo Montessori finalizó. El sensor infrarrojo actuando de elemento de alerta es usado como sensor digital directo, lo que significa que no es necesaria la implementación de un circuito de control o estabilización. (PROMETEC, 2017).
3. **Diseño de la Placa Electrónica:** Es necesario realizar un diseño autónomo de la conexión del sensor infrarrojo, para un ensamblaje adecuado y sencillo, de la misma manera es importante realizar la placa electrónica ya. Para este diseño, se usó la herramienta del editor esquemático PSB WIZARD. En la figura 63 se muestra el plano de conexión de la placa de la conexión del sensor infrarrojo.

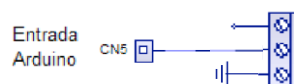


Figura 63: Diseño de la placa electrónica del sensor infrarrojo.
Fuente: Autoría

Con el plano esquemático diseñado, se procede a transformar a un circuito impreso en donde se puede dibujar de manera manual las pistas que interconectarán los diferentes componentes electrónicos. Se observa en la figura 64 las pistas enrutadas.

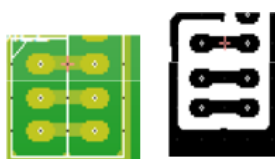


Figura 64: Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión del sensor infrarrojo.
Fuente: Autoría

Con el diseño del circuito electrónico, es necesario realizar la impresión láser del circuito en papel termotransferible, este papel es adecuado para el adherido perfecto del circuito, en la figura 65 se puede observar las pistas impresas en el papel termotransferible.



Figura 65: Pistas ruteadas del sensor infrarrojo en papel termotransferible
Fuente: Autoría

Con todos los materiales listos se procede a realizar las conexiones que permiten adaptar el sensor infrarrojo al sistema jirafa los espadines tipo hembra cumplen la función de conectar los cables conductores tipo macho que vienen del sensor, el sensor infrarrojo se encuentra conectado en el pin 33 del Arduino, los conectores a tierra y alimentación; el cautín, estaño y pasta fueron materiales que permitieron la conexión de todos los componentes electrónicos en la baquelita. El resultado final de la baquelita se muestra en la figura 66.



Figura 66: Placa del sensor infrarrojo vista frontal y pistas soldadas vista posterior.

Fuente: Autoría

4.7.11.3 Diagrama de conexión de las barras led

En cada cuadro del cuello de la jirafa se encuentran colocadas dos barras led, una en cada ranura que se unen en fila de forma vertical conectadas a un positivo común, de la manera que se muestra en la figura 67:

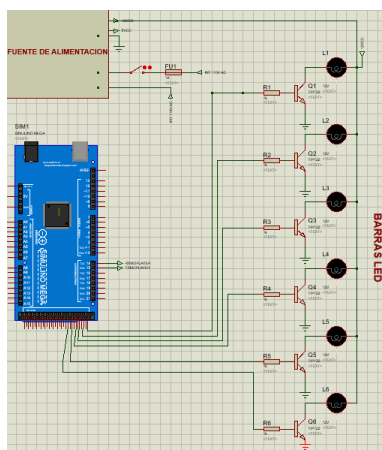


Figura 67: Diagrama de conexión de las barras led

Fuente: Autoría

La posición indicada de las barras led en la figura 68 es la adecuada para atenuar la luz de manera que sea visible para el niño, además de que se pueda diferenciar los colores de cada cuadro en cualquier ambiente en el cual se coloque el juguete, en la figura 68 se puede observar la diferencia de las posiciones de las barras de led



Figura 68: Elección de la posición correcta de las barras led
Fuente: Autoría

La posición final de las barras de led es vertical, su conexión se muestra en la figura 69:



Figura 69: Posición y conexión de las barras led
Fuente: Autoría

1. **Estado de las barras led.** Para la conexión de las barras led es necesario considerar el flujo de corriente y la alimentación para que no exista problemas de sobrecarga en el circuito, además de que las barras led van a interactuar con los sensores complementarios para el desarrollo del trabajo de titulación. Por lo que a continuación se muestra los valores que las barras led necesitan para funcionar de manera correcta.

- Potencia = 12,96 Watts
- Corriente = 1,08 Amperios
- Voltaje = 12 Voltios

Con los valores indicados anteriormente es necesario usar un circuito que pueda regular la intensidad de la luz de las barras leds, la intensidad de luz en un LED es proporcional a la intensidad de corriente que recorre por las mismas, en este caso 1,08 A por lo que es importante usar un elemento electrónico que permita controlar el flujo de la señal que se entrega en la base

del transistor mediante Arduino con un pin PWM. Para esto se pone en consideración estos requerimientos para elegir el elemento adecuado en la Tabla 43.

Tabla 43: Tabla de requerimientos para regular la intensidad de la luz led

| CÓDIGO | REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD | PRIORIDAD | | |
|-------------|--|-----------|-------|------|
| | | ALTO | MEDIO | BAJO |
| RLI1 | Soporte de intensidad de corriente mínimo de 1 A | X | | |
| RLI2 | Voltaje que soporta | X | | |
| RLI3 | Temperatura de operación | | X | |

Fuente: Autoría

En la Tabla 44 se muestran las características principales que se tomaron en cuenta para la elección del elemento que permita regular la intensidad de la luz de las barras led.

Tabla 44. Transistores que cumplan la función de regular el flujo de corriente

| TRANSISTOR | 2N2222 | TIP-120 |
|--------------------|--------------|--------------|
| CORRIENTE | 0,5 A | Hasta 5 A |
| VOLTAJE | 40 V | 60 V |
| TEMPERATURA | -55 a 150 C° | -65 a 150 C° |

Fuente: Autoría

De acuerdo a las características presentadas en la Tabla 44 se puede elegir el transistor adecuado y en la Tabla 45 se muestra el cumplimiento de requerimientos.

Tabla 45: Tabla para la elección del transistor

| TRANSISTOR | | | | | |
|-------------------|----------------|---------------------|------|------------|---|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | VALORACIÓN | |
| | RPS1 | RPS2 | RPS3 | | |
| 2N222 | 0 | 1 | 1 | 2 | |
| TIP – 120 | 3 | 3 | 3 | 9 | |
| Cumple totalmente | 3 | Cumple parcialmente | 1 | No cumple | 0 |

Elección:

De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el transistor que se adecua al trabajo de titulación es el transistor TIP – 120.

Fuente: Autor

El transistor TIP-120 necesita trabajar con resistencias de un valor mínimo, la cual deberá ser conectada en la base del transistor para no dañarlo. (Torrente O.). (MEESTORE, 2014).

- **Transistor TIP-120:** Un transistor NPN de potencia que se basa en la configuración Darlington, que está constituido por una pareja de transistores en un solo encapsulado, que están configurados para que proporcionen una gran ganancia de corriente.. (Electrónica- Teoría y Práctica, 2012). En la figura 70 se observa la configuración del transistor.

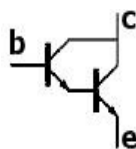


Figura 70: Configuración de un Darlington en un circuito con los diodos de protección para cargas inductivas.
Fuente: <http://electronica-teoriaypractica.com/transistor-darlington/>

Se los usan ampliamente en circuitos en donde es necesario controlar cargas grandes (corrientes grandes) con corrientes muy pequeñas. Muy importante: La caída de tensión entre la base y el emisor del transistor Darlington es 1.4 voltios que resulta de la suma de las caídas de tensión de base a emisor del primer transistor B1 a E1 (0.7 voltios) y base a emisor del segundo (unicrom, 16).

2. **Cálculo del Valor de la Resistencia:** Para el cálculo del valor de la resistencia se debe usar la fórmula de Corriente de Base en un transistor, en la figura 71 se describe el circuito de la fórmula:

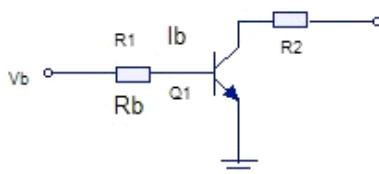


Figura 71: Conexión de un transistor

Fuente: Aprender jugando en familia, (25, Septiembre, 2013). Montessori en el hogar [Entrada de blog].

Fuente: Autoría

Fórmula de Corriente de Base en un transistor es la que se presenta en la Ecuación 5:

$$I_b = \frac{V_b - V_{be}}{R_b}$$

Ecuación 5. Fórmula de la Corriente de base en un transistor

Fuente: Rashid Muhammad (2004). Electrónica de Potencia. Pearson Educación

V_b = voltaje del microcontrolador = 5V

V_{be} = Caída de tensión típica entre la base y el emisor = 0,7 V

I_b = Corriente de base del circuito

R_b = Resistencia a calcular

Primero se calcula la Corriente de base (I_b) basado en la Ecuación 6:

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}}$$

Ecuación 6. Fórmula de la Corriente de Base

Fuente: Rashid Muhammad (2004). Electrónica de Potencia. Pearson Educación

I_c = Corriente de carga = 0,5A

H_{fe} = Ganancia de tensión del transistor = 10000

Se reemplazan los valores en la ecuación 6

$$I_b = 0,5 \text{ A} / 10000 = 0,005 \text{ A}$$

Se reemplazan los valores en la ecuación 5

$$0,005 \text{ A} = \frac{5 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{R_b}$$

$$= \frac{4,3 \text{ V}}{0,005 \text{ A}} = 860 \Omega \approx 1 \text{ k}\Omega$$

Sabiendo esto es sumamente importante incorporar un circuito intermedio a la conexión de las barras led y el Arduino. Las barras led utilizan más de 1A de para esto se requiere un circuito que mejore el desempeño de las barras led y que el Arduino sea capaz de controlarlas con una mínima carga. Así entonces a la señal del Arduino se añade una resistencia de $1 \text{ k}\Omega$ la cual limita la corriente que entra a la Base del TIP120; El transistor TIP120, regula el flujo de corriente a través de 12V. Este transistor NPN en configuración Darlington, en su Colector unido a las barras led que cuando la corriente de la base (I_b) pase por el colector y el emisor la barras led se iluminarán. En su Emisor común se conecta al negativo de la fuente. En la figura 72 se indica la conexión del transistor TIP120, con la resistencia de $1 \text{ k}\Omega$ y las barras led

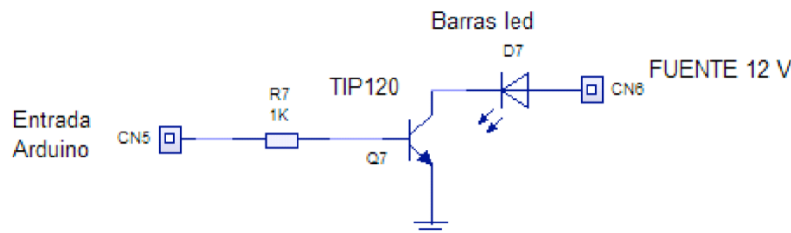


Figura 72: Conexión del transistor con las barras led
Fuente: Autoría

3. **Diseño de la Placa Electrónica:** Es necesario realizar un diseño autónomo de la conexión de las barras de led del primer prototipo electrónico por una pequeña placa de baquelita, para optimizar espacio esencial en el ensamblaje del juguete electrónico. Para este diseño, se usó la herramienta del editor esquemático en donde la mayor parte de agujeros son los cuales permitirán adecuar materiales como borneras dobles, triples y espadines tipo hembra; los seis pares de barras de led con la conexión antes indicada. A continuación, en la figura 73 se muestra el plano de conexión de la placa de las barras leds.

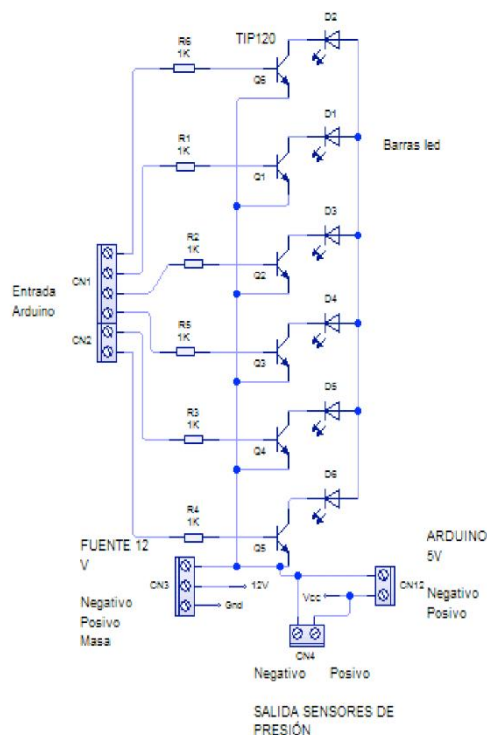


Figura 73: Conexión de las seis barras led con el transistor

Fuente: Autoría

Con el plano esquemático diseñado, se procede a transformar a un circuito impreso en donde se puede dibujar de manera manual las pistas que interconectarán los diferentes componentes electrónicos. Se observa en la figura 74 las pistas enrutadas.

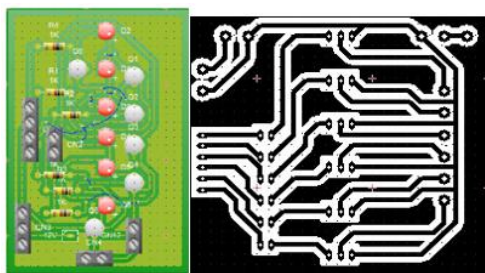


Figura 74: Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión de las barras led

Fuente: Autoría

Con el diseño del circuito electrónico, es necesario realizar la impresión láser del circuito en papel termotransferible, este papel es adecuado para el adherido perfecto del circuito. En la figura 75 se muestra las pistas impresas.

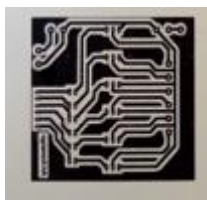


Figura 75: Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión de las barras led impresas en papel termotransferible

Fuente: Autoría

Con todos los materiales listos se procede a realizar las conexiones que permiten adaptar las entradas del Arduino con espadines hembra, en los pines desde el 3 hasta el 7, conectadas a uno de sus extremos cada una de las resistencias de $1\text{ K}\Omega$ y a su otro extremo a la primera pata del transistor TIP120 (Base), con la finalidad de controlar la carga los seis pares de barras led. A cada pata del medio, es decir el Emisor del transistor TIP120 conectados los seis pares de barras led usando borneras, la tercera pata del transistor TIP120 (Colector) conectado a un solo negativo común de la fuente de 12v, el Arduino Mega y la salida de los sensores de presión; el cautín, estaño y pasta permitieron realizar la soldadura de los distintos tipos componentes electrónicos antes mencionados. En la figura 76 se muestra los elementos soldados y las pistas de la placa electrónica.

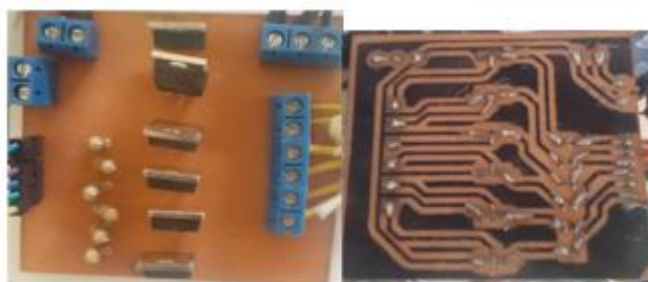


Figura 76: Placa de las barras led vista frontal y pistas soldadas vista posterior

Fuente: Autoría

4.7.11.4 Diagrama de conexión del Sistema de Audio

En la figura 77 se puede observar el diagrama de conexión de los dispositivos electrónicos que permiten una salida de audio eficiente.

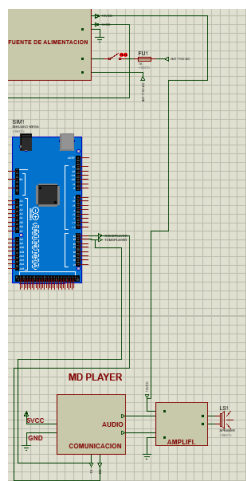


Figura 77: Diagrama de conexión del sistema de Audio

Fuente: Autoría

1. **Conexión del Módulo DF PLAYER:** Para el funcionamiento y conexión ideal del módulo es necesario realizar un circuito autónomo en baquelita, el cual permitirá que el módulo mp3 funcione de la mano con el Arduino mega, los diferentes sensores y elementos electrónicos. Para la conexión del módulo mp3 df player en conjunto con los demás materiales electrónicos es necesario tener en cuenta los pines a usar, los mismos se describen a en la figura 78:

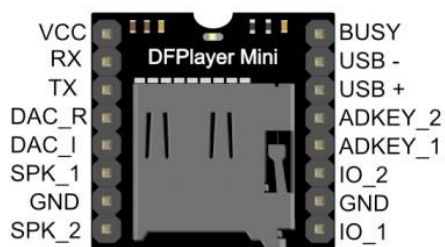


Figura 78: Pines del módulo mp3 df player

Fuente: https://www.dfrobot.com/wiki/images/thumb/a/ab/Miniplayer_pin_map.png/450pxMiniplayer_pin_map.png

- VCC. - Voltaje de entrada 5V
- GND. - Negativo 5V - Tierra
- RX. - Comunicación Serial con el Arduino UART entrada - Receptor
- TX. - Comunicación Serial con el Arduino UART salida - Transmisor
- SPK_1.- Speaker – altavoz 1
- SPK_2.- Speaker – altavoz 2

2. **Diseño de la placa electrónica:** Se usó la herramienta del editor esquemático en donde la mayor parte de agujeros son los cuales permitirán adecuar el módulo mp3 y las salidas de la comunicación serial a los pines del Arduino 14 y 15, al igual que la alimentación de 5V. En la figura 79 se muestra el plano de conexión de la placa del circuito del módulo mp3 df player.

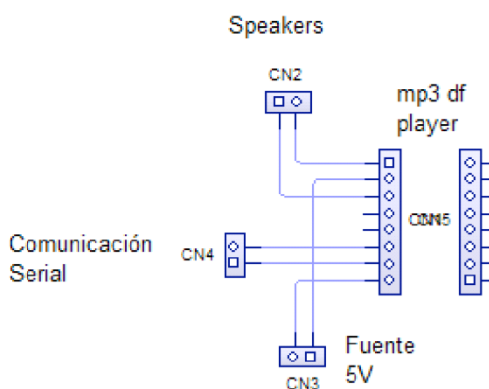


Figura 79: Diseño de la placa electrónica del módulo df player

Fuente: Autoría

Con el plano esquemático diseñado, se procede a transformar a un circuito impreso en donde se puede dibujar de manera manual las pistas que interconectarán los pines a usar del módulo mp3 df player. Se observa en la figura 80 las pistas enrutadas.

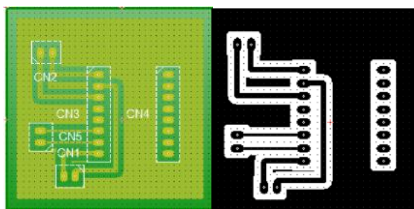


Figura 80: Pistas ruteadas del circuito electrónico del módulo df player

Fuente: Autoría

Con el diseño del circuito electrónico, es necesario realizar la impresión láser del circuito en papel termotransferible, este papel es adecuado para el adherido perfecto del circuito. En la figura 81 se puede observar las pistas impresas.

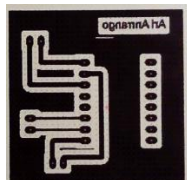


Figura 81: Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión del módulo df player impresas en papel termotransferible

Fuente: Autoría

Con todos los materiales listos se procede a realizar las conexiones que permiten adaptar las patas del módulo mp3 df player a cada barra de 8 de espadines tipo hembra, al igual que las salidas de la comunicación serial a los pines del Arduino y los espadines de alimentación; el cautín, estaño y pasta permitieron realizar la soldadura de los distintos tipos componentes electrónicos antes mencionados. En la figura 82 se muestra los elementos soldados y las pistas de la placa electrónica.

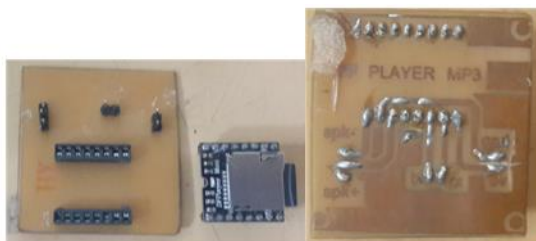


Figura 82: Placa del sistema de audio vista frontal y pistas soldadas vista posterior

Fuente: Autoría

El proceso de grabación de los audios incorporados en la tarjeta microSD del módulo mp3 df player se puede observar en el Anexo 5.

4.7.11.5. Alimentación

Para la alimentación de todos los elementos electrónicos que se implementaron en el desarrollo del sistema jirafa en la Tabla 46 se presentan cada uno de los elementos y sus respectivos voltajes teóricos.

Tabla 46: Voltajes de los elementos del sistema jirafa

| MATERIALES | VOLTAJE |
|----------------------------------|----------------|
| PLACA ELECTRÓNICA ARDUINO | 5 V |
| SENSOR DE PRESIÓN | 5 V |
| SENSOR INFRARROJO | 1,5 a 0 V |
| SENSOR DE VIBRACIÓN | 5 V |
| BARRAS LED | 12 V |
| MÓDULO MP3 | 3,2 a 5 V |
| BLUETOOTH | 5 V |

Fuente: Autoría

Con los valores de voltajes y corrientes teóricos y reales que se dieron a conocer anteriormente se debe escoger una fuente con los valores específicos establecidos. En la tabla 47 se muestra los requerimientos que se necesitan para elegir una fuente adecuada.


Tabla 47: Tabla de requerimientos para la elección de la fuente

| CÓDIGO | REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD | PRIORIDAD | | |
|---------------|--|------------------|--------------|-------------|
| | | ALTO | MEDIO | BAJO |
| RF1 | Corriente mínima de 2 A | X | | |
| RF2 | Voltaje mínimo de 12 V | X | | |
| RF3 | Tamaño mediano | | X | |

Fuente: Autoría

En la Tabla 48 se dispone elementos con sus características que pueden ser elegidos para el uso en el trabajo de titulación.

Tabla 48: Fuentes de 12 Voltios

| CLASE | FUENTE ESTABILIZADA 12V. 12A | ELIMINADOR DE VOLTAJE NO REGULADO 12V 3A | FUENTE CCTV 12 V |
|--------------|---|--|---|
| CORRIENTE | 12 – 15 A | 3 A | 2 A |
| POTENCIA | 156 W | 156W | 20 W |
| VOLTAJE | 12 V | 12 V | 12 V |
| CORRIENTE AC | Si | Si | Si |
| DIMENSIONES | 15,5 X 11,5 X 22 cm | 13 x 7 x 6 cm | 15 x 6 x 6 |
| ESTRUCTURA |  |  |  |

Fuente: Autoría

De acuerdo a la Tabla 48 en donde se presentó los elementos que se puedan escoger se presenta en la Tabla 49 si se cumple los requerimientos establecidos

Tabla 49: Tabla de elección de la fuente

| TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA | | | | |
|--|-----------------------|-----|-----|-------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | VALORACIÓN |
| | RC1 | RC2 | RC3 | |
| FUENTE ESTABILIZADA 12V. 12A | 3 | 3 | 3 | 9 |
| ELIMINADOR DE VOLTAJE NO REGULADO 12V 3A | 0 | 0 | 3 | 3 |
| FUENTE CCTV 12 V | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Cumple totalmente 3 | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 |

Elección:
De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, la tecnología de comunicación inalámbrica se adecua al trabajo de titulación es la tecnología bluetooth.

Fuente: Autoría

La fuente CCTV de 12 voltios cumple con las especificaciones que se requiere para alimentar a los elementos electrónicos, cuenta con una corriente de 2 Amperios, tomando en

cuenta que el valor real de consumo del sistema jirafa es el de 1,5 A, resulta eficiente usar este tipo de fuente.

4.8. Sistema Móvil

Los sensores y elementos electrónicos que se implementaron en este sistema son aquellos que se encuentran ubicados en el cuerpo del niño/a, los cuales se relacionan entre sí, en la figura 83 se los encuentra mencionados.

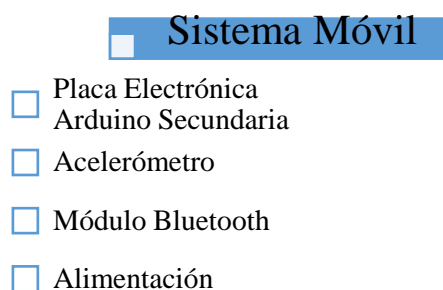


Figura 83: Lista de sensores y elementos electrónicos que se encuentran dentro del sistema móvil

Fuente: Autoría

4.7.1 Arduino Nano

El Arduino Nano es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328 (Arduino Nano 3.x) o ATmega168 (Arduino Nano 2.x). Cuenta con 14 pines digitales entrada/salida (6 proporcionan salida PWM), 8 salidas analógicas, interrupciones externas `attachInterrupt()`, conexión mini-USB, puede ser alimentado externamente de 6-20V o de 5V. (Arduino, 2016).

4.8.1.1 Diagrama de la placa.

Se presentan en la figura 84 el diagrama de pines de la placa electrónica Arduino Nano:

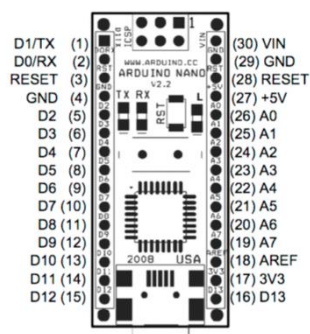


Figura 84: Diagrama de pines de la placa electrónica Arduino Nano
Fuente: Datasheet

4.8.1.2. Características

Se presentan varias características que singularizan a la placa Arduino Nano. En la figura 85 se observa la imagen de la placa electrónica Arduino Nano:

- Hardware libre, no licenciado.
- Protocolo de comunicación I2C
- Su tamaño ayuda a una conexión fácil de prototipado.
- Su tamaño es ideal para proyectos de robótica que requieran muy poco espacio
- Su programación se la puede realizar con el software de Arduino (IDE).
- Cuenta con un “polyfuse” el cual protege a los puertos USB de una sobrecorriente
- Fácil restablecimiento.
- Sistema de arranque ms rápido.
- Compatibilidad con otras placas Arduino.

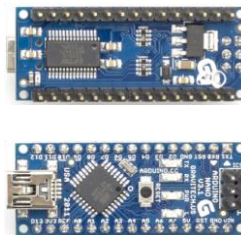


Figura 85: Arduino nano vista frontal y posterior
Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

Se usó la placa electrónica Arduino Nano, como placa electrónica secundaria, su tamaño de 4,5 x 1,8 cm lo hace relativamente pequeño en comparación con las demás placas electrónicas, lo que permitirá la correcta estética y ensamblaje para la integración con el sensor a seleccionar formando un circuito independiente para la obtención de los datos del control postural del niño/a. La placa electrónica Arduino Nano tiene el costo más barato de todas las placas electrónicas, lo que lo vuelve conveniente. El número de pines son los suficientes. La cantidad de memoria de 512 bytes, debido al código no tan extenso se vuelve una característica no muy necesaria.

4.8.2. Acelerómetro mpu6050

El MPU-6050 es un dispositivo integrado capaz de medir la fuerza y velocidad. El acelerómetro es capaz de medir la aceleración en 3 ejes: X, Y y Z, las tres dimensiones del espacio. Este acelerómetro cuenta con un giroscopio el cual es capaz de medir la velocidad angular es decir los grados que se gira en un segundo. (Transductor, 2015).

4.8.2.1. Diagrama del acelerómetro mpu6050

Se presentan el diagrama de pines del acelerómetro en la figura 86:

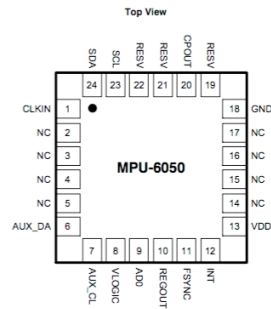


Figura 86: Diagrama de pines del acelerómetro mpu6050
Fuente: Datasheet

4.8.2.2 Características

Se presentan varias características que singularizan a este circuito integrado. En la figura 87 se puede observar la imagen del Acelerómetro mpu6050:

- 6DOF, 6 grados de libertad
- Acelerómetro y giroscopio, de 3 ejes cada uno ($3+3 = 6\text{DOF}$).
- Protocolo de comunicación I2C
- Resolución de 16-bits
- Giroscopio con sensibilidad de ± 250 , ± 500 , ± 1000 , y $\pm 2000\text{dps}$
- Acelerómetro con sensibilidad de $\pm 2\text{g}$, $\pm 4\text{g}$, $\pm 8\text{g}$ y $\pm 16\text{g}$
- Algoritmos embebidos para calibración
- Entrada digital de video FSYNC
- Interrupciones programables
- Voltaje de alimentación: 2.37 a 3.46V
- Voltaje lógico: $1.8\text{V} \pm 5\%$ o VDD
- 10000g tolerancia de aceleración máxima

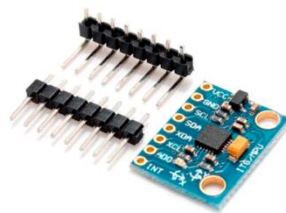


Figura 87: Acelerómetro mpu6050 sin soldar sus partes
Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

El circuito integrado mpu6050 de Arduino es ideal para cubrir las necesidades de obtención de datos en el desarrollo del sistema móvil, ya que es indispensable conocer cuando el niño ha perdido el equilibrio y gracias a este circuito integrado que detecta la aceleración de la gravedad terrestre, con estas lecturas será posible conocer el ángulo de inclinación respecto al eje X o al eje Y, es decir si el niño en la marcha se desequilibra hacia los lados. Cuenta con un giroscopio que añadiéndole el ángulo de inclinación podremos saber el ángulo de desequilibrio a cada instante. Su protocolo de comunicación y sus librerías hacen su programación sea menos compleja, además de que las librerías hacen posible la creación de filtros para disminuir el ruido y los errores, aunque un poco extensa.

4.8.3 Tecnología inalámbrica

La tecnología inalámbrica a usar en el sistema móvil será igual a la que se usó en el sistema jirafa, así mismo será con el elemento electrónico para el uso de esta tecnología, como es el módulo Bluetooth HC-06 que usa la comunicación I2C.

4.8.4 Consumo de corriente en el sistema móvil

Teóricamente las especificaciones técnicas del módulo Arduino NANO que se presentó en el Capítulo II, se presenta que el consumo de corriente máxima por pin de entrada y salida es de 40mA, en base a la hoja de datos el componente presenta un consumo de corriente total

máxima de 200mA, si la alimentación que recibe es por medio de un puerto USB, batería o fuente de alimentación externa. La distribución del consumo se presenta en la Tabla 50.

Tabla 50: Consumo de Energía en el Sistema Móvil

| PINES | DISTRIBUCION |
|---------------------------|--------------|
| PINES DE ENTRADA Y SALIDA | 70mA |
| PIN DE ALIMENTACIÓN | 130mA |

Fuente: Autoría

Sumando todos los pines de entrada y salida el consumo es de 70mA, sin incluir el pin de 5V, incluyendo este pin el consumo es de 200 mA, por lo tanto, el pin de alimentación consume un total de 130mA. Esta distribución se presenta en la Tabla 50.

4.8.4.1. Consumo de la placa Arduino NANO

En el diseño de la aplicación electrónica se usan 3 pines del módulo Arduino cada pin consume una carga de 40mA, por lo tanto, con el uso de los 3 pines se consumiría una corriente máxima de 130,4mA, valor que se obtiene al momento de usar todos los elementos. Por otra parte, el consumo de energía de la plataforma Arduino es de 34mA en uso constante, sumando estos valores se concluye que el consumo máximo de energía es el siguiente:

$$\text{consumo maximo modulo arduino} = 34mA + 130,4mA$$

$$\text{consumo maximo modulo arduino} = 164,4mA$$

Para realizar el cálculo del consumo real de energía del circuito se considera que el sistema independiente está funcionando, la actividad del sistema consume 130,4mA y el consumo del módulo Arduino es de 34mA, se obtiene lo siguiente:

$$\text{consumototal} = 130,4mA + 34mA$$

consumo total = 164,4mA

4.8.5 Diagrama de conexión del Sistema Móvil

En la figura 88 se muestra el diagrama de conexión de todos los sensores y elementos electrónicos que se encuentran en el sistema móvil.

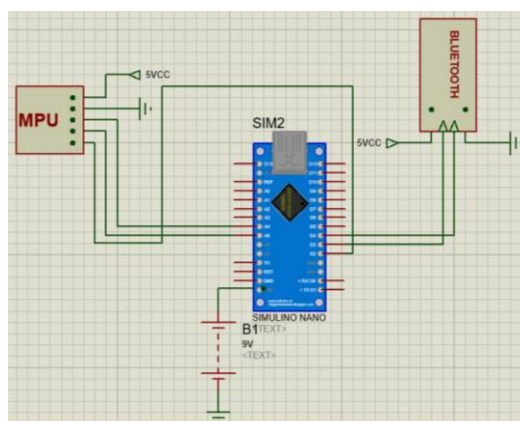


Figura 88. Diagrama de conexión del sistema móvil

Fuente: Autoría

1. **Estado del acelerómetro:** Para el sistema móvil es necesario determinar la posición en el cuerpo del niño, para esto se realizó pruebas las cuales se pueden observar en el Anexo 6. El resultado final se muestra en la figura 89.



Figura 89: Posición del acelerómetro

Fuente: Autoría

2. Diseño de la Placa Electrónica: Para la conexión de este circuito con los sensores de presión y el Arduino Mega se inició realizando pruebas en protoboard, ensayando las conexiones correctas para que de esta manera se pueda ir depurando fallas, corrigiendo errores de programación y estructura, aumentando o quitando elementos electrónicos. En el Anexo 6 se puede observar este procedimiento.

Con el plano esquemático diseñado, se procede a transformar a un circuito impreso en donde se puede dibujar de manera manual las pistas que interconectarán los diferentes componentes electrónicos. Se observa en la figura 90 las pistas enrutadas.

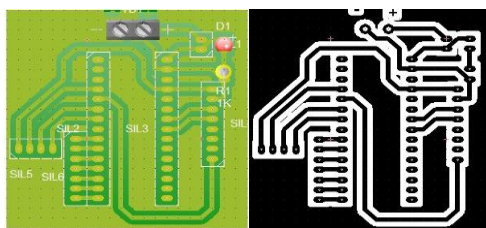


Figura 90: Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión del acelerómetro

Fuente: Autoría

Con el diseño del circuito electrónico, es necesario realizar la impresión láser del circuito en papel termotransferible, este papel es adecuado para el adherido perfecto del circuito. Las pistas impresas se muestran en la figura 91.



Figura 91: Pistas ruteadas del circuito electrónico de la conexión del acelerómetro en papel termotransferible

Fuente: Autoría

Con todos los materiales listos se procede a realizar las conexiones que permiten adaptar las entradas del Arduino con espadines hembra en los pines, conectadas a uno de sus extremos cada una de las resistencias de 1 K Ω y a su otro extremo a la primera pata del transistor TIP120

(Base), con la finalidad de controlar la carga los seis pares de barras de led. A cada pata del medio, es decir el Emisor del transistor tip-120 conectados los seis pares de barras de led usando borneras, la tercera pata del transistor tip-120 (Colector) conectado a un solo negativo común de la fuente de 12v, el Arduino Mega y la salida de los sensores de presión; el cautín, estaño y pasta permitieron realizar la soldadura de los distintos tipos componentes electrónicos antes mencionados. En la figura 92 se puede observar la placa con los elementos electrónicos soldados.

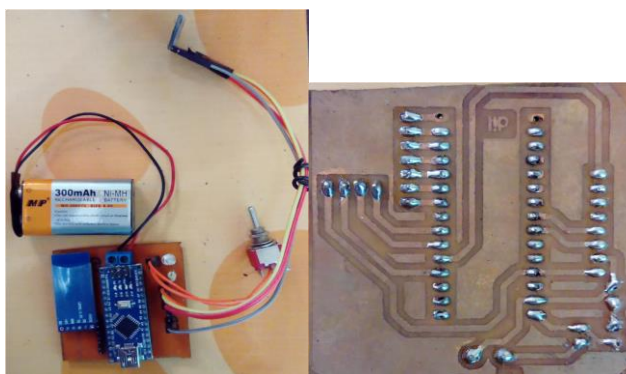


Figura 92: Placa del sistema móvil y pistas soldadas
Fuente: Autoría

4.8.6 Alimentación

La fuente de alimentación debido a que el Sistema Móvil es independiente del Sistema Jirafa, es importante mencionar que la alimentación se debe tomar de igual manera. En la Tabla 51 se muestra los voltajes que se usaron en el Sistema móvil.

Tabla 51: Voltajes de los elementos del sistema móvil

| MATERIALES | VOLTAJE |
|------------------------------|---------|
| PLACA ELECTRÓNICA SECUNDARIA | 5 V |
| ACELERÓMETRO | 2,37 V |
| MÓDULO BLUETOOTH | 5 V |

Fuente: Autoría

Con los voltajes del Sistema Móvil antes expuestos se puede usar una fuente que emita un voltaje mayor a 5 Voltios, ya que esté es el voltaje mínimo, por lo que una batería recargable es ideal para el Sistema móvil, ya que su tiempo de vida útil no es muy prolongado y no sería óptimo el uso de estas de forma constante. Es por ello que existen dispositivos electrónicos que usan baterías recargables, debido al tamaño, tiempo de vida útil, peso, y duración, que los hace más duraderos y menos costosos, ya que se las puede volver a usar.

Existen diferentes tipos de baterías recargables

4.8.6.1. Pilas Ni CD (Nickel Cadmio).

Son las primeras pilas recargables que aparecieron, de bajo costo, baja capacidad de carga, de vida útil muy corta y contaminante para el medio ambiente. Presentan un problema llamado efecto memoria, el cual hace que estas dejen de cargar totalmente. Un ejemplo de este tipo de baterías se presenta en la Figura 93.



Figura 93: Batería recargable de Níquel Cadmio.

Fuente: http://es.made-in-china.com/co_cnppbattery/product_NiCd-Rechargeable-Battery-AA-600mAh-1-2V_heugehuhy.html

4.8.6.2. Pilas Minh (Níquel-Metal Hidruro)

Son baterías de mayor uso en la actualidad, debido a: gran capacidad, mayor tiempo de vida útil, mayor número de recargas y su bajo índice de contaminación del ambiente. No presentan el efecto memoria. En la Figura 94, se muestra un ejemplo de estas baterías.



Figura 94: Batería recargable de Níquel y Metal de Hidruro.

Fuente: <http://cnppbattery.en.made-in-china.com/product/xeGEqvNOrSYj/China-NiMH-Rechargeable-Battery-9V-300mAh.html>

En la Tabla 52 se muestra los requerimientos que debe cumplir la batería recargable que se debe usar.

Tabla 52: Tabla de requerimientos para la elección de las baterías recargables

| CÓDIGO | REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD | PRIORIDAD | | |
|-------------|---------------------------------|-----------|-------|------|
| | | ALTO | MEDIO | BAJO |
| RBR1 | Voltaje de célula | X | | |
| RBR2 | Amperaje por hora | X | | |
| RBR3 | Número de recargas | X | | |
| RBR4 | Tiempo de descarga por mes | | X | |
| RBR5 | Tiempo de recarga | | X | |

Fuente: Autoría

De acuerdo a los requerimientos de la Tabla 52 se tiene las características de las baterías recargables que se pueden considerar en la Tabla 53.

Tabla 53: Tabla de decisión de baterías recargables

| TIPO | NIQUEL- CADMIO(Ni-Cd) | NIQUEL HIDRURO(Ni-MHZ) |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| VOLTAJE DE CÉLULA | 1.2V | 1.2V |
| AMPERAJE POR HORA | 0.5-10Ah | 0.5-10Ah |
| MEMORIA | Muy Alto | Bajo |
| NÚMERO DE RECARGAS | 500 | 1000 |
| TIEMPO DE DESCARPA AL MES | 30% | 20% |
| TIEMPO DE CARGA | 10-14 Horas | 2-4 Horas |

Fuente: Extraída de. Cartagena, Eduardo. (2016). "JUGUETE ELECTRÓNICO DIDÁCTICO, COMO ELEMENTO DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN A NIÑOS Y NIÑAS DE 4 A 7 AÑOS". p8

De acuerdo a los elementos con características de la Tabla 53 se puede escoger la batería de acuerdo a los requerimientos de la Tabla 54.

Tabla 54: Tabla de elección de la batería recargable

| TIPO | BATERIA RECARGABLE REQUERIMIENTOS | | | | | VALORACIÓN |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------|------|-------------|------------|
| | RBR1 | RBR2 | RBR3 | RBR4 | RBR5 | |
| NIQUEL- CADMIO(Ni-Cd) | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| NIQUEL- HIDRIRUO (Ni-MHZ) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| Cumple totalmente 3 | | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 | |

Elección:
De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, la batería recargable que se adecua al trabajo de titulación es la batería de Nique Hidruro

Fuente: Autoría

La batería recargable que se ha seleccionado genera un voltaje de 8.4 voltios con una carga de 1,2 A/h, este acumulador no necesita de un regulador de voltaje ya que la Plataforma Arduino tiene incorporado el Pin Vin, el cual hace la función de divisor de voltaje mediante su regulador interno.

La fuente de alimentación que permitirá cargar esta batería será un cargador externo que trabaje por lo menos a 1 o 1.5 Amperios y genere entre 7 a 8 voltios. Se debe tomar en cuenta que el amperaje del cargador debe ser mayor al amperaje de la batería.

4.8.6.3 Tiempo de duración de la batería Ni-MHZ

El tiempo de duración que ofrece una batería recargable Ni-MH se basa en los datos específicos que se detallan en la hoja de especificaciones y que se presentan en la Tabla 55.

| Tabla 55: Valores para calcular el tiempo de duración de la batería | |
|---|----------------------|
| DESCRIPCION | VALOR DEL FABRICANTE |
| VOLTAJE DE CÉLULA | 1.20V |
| AMPERAJE POR HORA | 2.7mh |
| TASA DE DESCARGA MIN | 3C |

Fuente: Autoría

La capacidad de una batería es la carga eléctrica máxima que esta puede almacenar en este caso la capacidad sería de 2700mA/h o 2,7A/h. La tasa de descarga es la velocidad con la que la batería puede descargarse de forma segura y se mide en “C”, es decir es la intensidad máxima que poseería la batería.

Como se sabe la batería suministra 2700mA por hora y posee una tasa de descarga de 3C, La Ecuación 7 permite calcular el tiempo de duración de la batería usando datos máximos de consumo por hora.

$$Tiempo (min) = \frac{Capacidad\ de\ la\ batería\ (Amp * min)}{velocidad\ de\ descarga\ (Amp)}$$

Ecuación 7. Tiempo de duración de una batería

Fuente: Coches RC.com. (2016). Conceptos básicos en las baterías LiPo. Obtenido de: <http://www.cochesrc.com/conceptos-basicos-baterias-lipo-tension-capacidad-descarga-y-conexion-deelementos-a2627.html>

Reemplazando los datos en la Ecuación 7 se obtiene lo siguiente:

$$Tiempo (min) = \frac{2,7 * 60 (Amp * min)}{3C * 2,7 (Amp)}$$

$$Tiempo (min) = 20 minutos$$

Ya el consumo de energía no es constante, no sería viable que la batería entregue de forma continua su corriente máxima en todo momento, siendo valor teórico que suele ser mucho menor al que realmente es.

En la Ecuación 8 se muestra la fórmula para el cálculo de la duración de la batería.

$$Tiempo (min) = \frac{Capacidad\ de\ la\ batería\ (mA)}{corriente\ de\ carga\ (mA)}$$

Ecuación 8. Tiempo de duración de la batería.

Fuente: Digi-Key Electronics. (). Vida útil de una batería. Obtenido de:
<http://www.digikey.com/es/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-battery-life>

Se aplica en la Ecuación 8 los datos reales de consumo y se obtiene lo siguiente:

$$Tiempo (min) = \frac{2700 (mA)}{300 (mA/h)}$$

$$Tiempo (min) = 9 \text{ horas}$$

4.9 Diagrama de flujo del sistema móvil

El diagrama de flujo de la programación del juguete electrónico fue desarrollado en el IDE de Arduino, los diagramas de flujo representan el proceso del Sistema Jirafa, Sistema Móvil y la Aplicación que fue desarrollada en el Software App Inventor. El diagrama de flujo presenta los procesos llevados a cabo en un lenguaje amigable para poder comprender como las actividades de este proceso se relacionan entre ellas formando un todo.

Se inicia el programa declarando las librerías propias de los elementos, variables para datos y datos sin procesar del mpu6050. Se inicializa las comunicaciones y el mpu6050, definiendo límites del rango para el mpu6050 y las variables en donde se almacena el censado en los tres ejes del mpu6050, si el bluetooth está activo se guarda en una variable (REC) lo que el usuario ingrese, si el usuario ingresa A (**comenzar** en app inventor) inicia el censado del mpu6050 dentro de los límites configurados, si los datos censados se encuentran en los límites la suma de errores inicia, si no están los datos censados en los rangos se verifica que la selección sea A y si no es A se verifica si el bluetooth está activo. Si la suma de errores es mayor a 3 se envía el número 9 a la app inventor (mensaje para que se repita el juego montessori), la suma de errores vuelve a cero y se debe repetir el juego, si la suma de errores es menor a 3 se verifica

la selección del usuario. Si el usuario selecciona B (guardar en app inventor) se inicia el proceso de calificación, se envía a la app la variable de la calificación, suma de errores vuelve a cero y REC igual a C. Si el usuario selecciona C la suma de errores se vuelve cero. Con la suma de errores en cero de cada selección finaliza el diagrama de flujo.

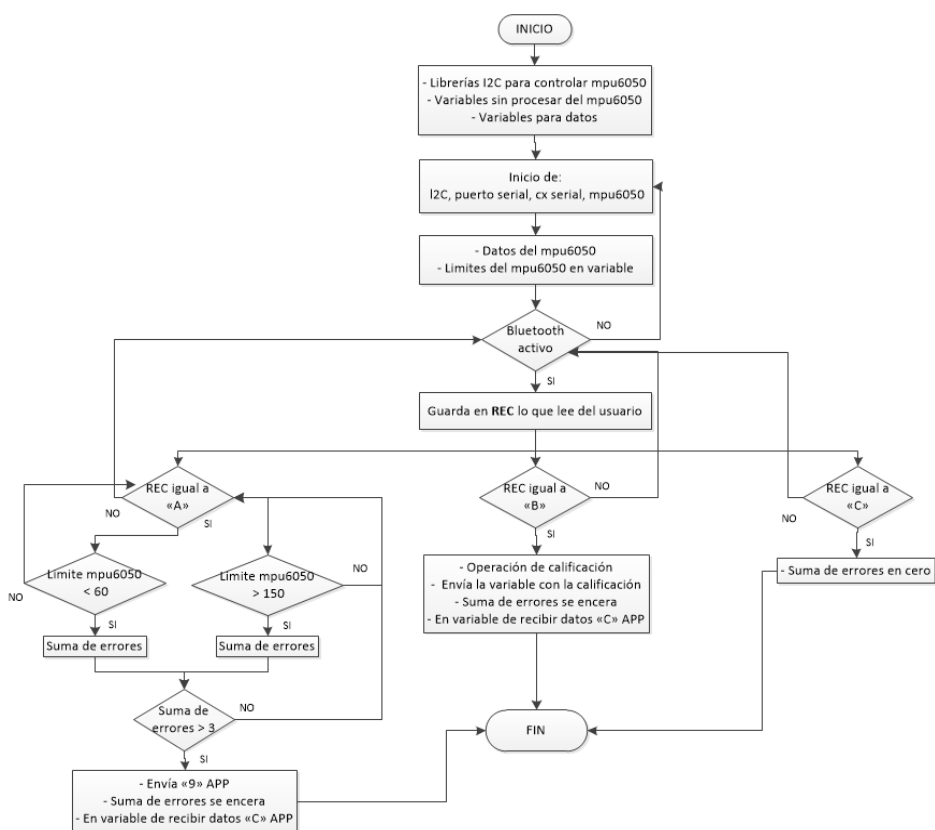


Figura 95: Diagrama de Flujo Sistema Móvil
Fuente: Autoría

4.10 Diagrama de flujo del sistema jirafa

Se inicia el programa declarando las librerías propias de los elementos, variables para datos y el proceso randomico. Se inicializa el sensor infrarrojo, bluetooth y mp3. El proceso comienza con el restablecimiento de la conexión mp3, las lámparas se definen como salidas, existe un aviso de conexión, se genera un número aleatorio para el proceso randomico y se reproduce el saludo inicial del juguete electrónico. Si existe una comunicación bluetooth se realiza el proceso de selección del módulo según la elección del usuario que se guarda en la

variable SELEC, si la variable es R (variable para reseteo en app inventor) las lámparas se apagan y se inicia el proceso de switch, si es otra variable diferente a R se verifica si existe una comunicación bluetooth.

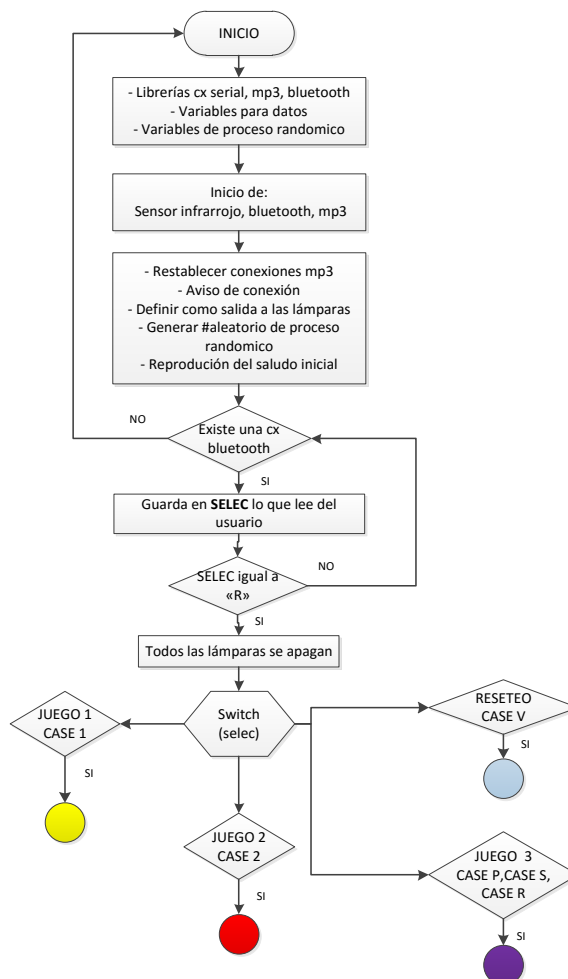
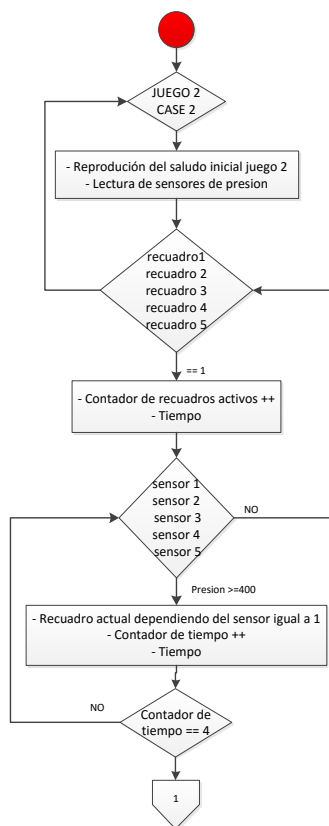


Figura 96: Diagrama de Flujo Sistema Jirafa
Fuente: Autoría

Si el usuario selecciona 1 se reproduce el sonido del módulo Montessori e inicia la lectura de los sensores de presión, si cualquier sensor es presionado cambia su estado (variable en 1) y se enciende la lámpara en la posición del sensor que se presionó, si no se presiona el sensor su estado es el mismo (variable en 0). Si el estado cambio (igual a 1) envía el número del sensor que se presionó 1,2,3,4 o 5 (encendido de lámpara), si no cambia de estado sigue con la lectura de los sensores. Si el sensor 6 es presionado, cambia de estado (igual a 1), se enciende la lampara 6 y se inicia un juego de luces (encendido y apagado) si no se presiona el

contador de recuadros se incrementa en uno, si se presiona el sensor del recuadro activo (1,2,3,4 o 5) el contador de tiempo se incrementa en uno y si el contador de tiempo llega a 4 se reproduce una notificación, el recuadro que está activo se iguala a 0, la lámpara del recuadro activo y sensor presionado se enciende y se envía el número dependiendo del sensor presionado 1,2,3,4 o 5 (indicador de recuadro presionado en app inventor). Si el sensor 6 no es presionado correctamente (<400) el recuadro 6 se vuelve 0, si no cumple el rango se verifica que el recuadro 6 este activo. Si el recuadro 6 está activo (igual a 1) el contador de recuadros activos incrementa en uno. Si el sensor 6 es presionado (≥ 400) el recuadro 6 es igual a 1, si no se presiona se verifica que el recuadro 6 está activo (igual a 1) y el contador de tiempo incrementa en uno. Si el contador de tiempo es igual a 4 se reproduce una notificación, el recuadro 6 es igual a 0, lámpara 6 se enciende y se apaga, se envía el número 6 (verificación de recuadro en app inventor) y número 7 en la app (proceso de calificación) la variable del caso es igual a V.



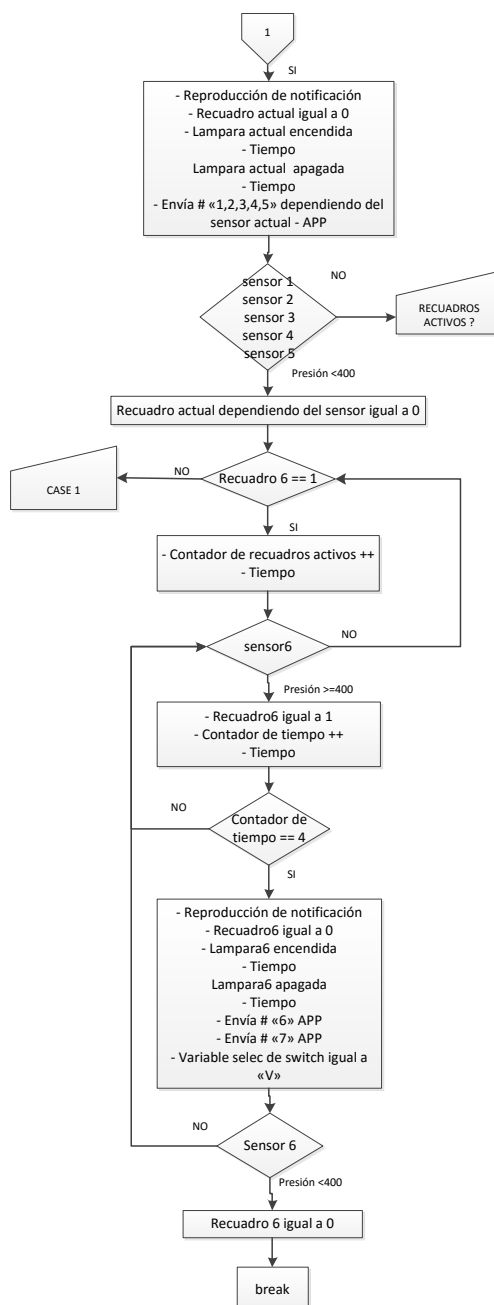
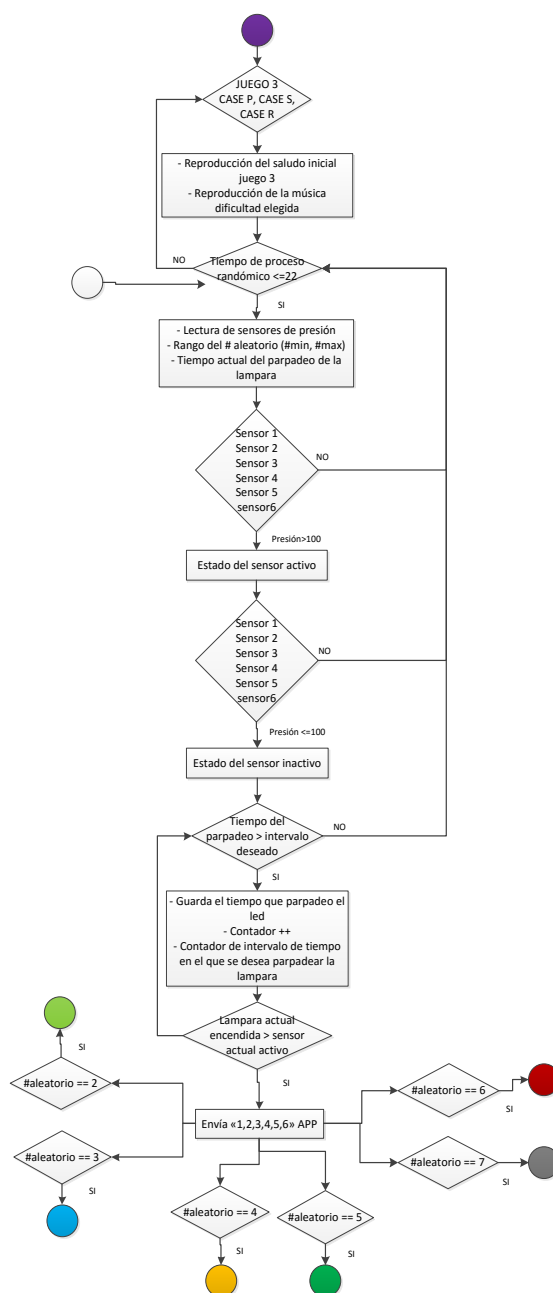


Figura 98: Diagrama de Flujo Sistema Jirafa – Módulo Sobrepie
Fuente: Autoría

Si el usuario selecciona 3 se reproduce el saludo inicial del juego música e inicia la reproducción de la música. Se realiza el proceso randomico, si cualquier sensor de presión censa su dato mayor a 100, el estado del sensor cambia (activo), si no está en el rango se verifica el tiempo inicial. Si cualquier sensor no es presionado (≤ 100), el estado del sensor no cambia. Si el sensor es presionado en el tiempo establecido, el contador incrementa en uno e incrementa el contador de intervalo de tiempo en el que se desea que parpadee la lámpara, si no cumple en

el tiempo establecido verifica el tiempo inicial. Si la lámpara que se enciende es presionado el sensor, se envía el 1,2,3,4,5,6 (sensor presionado en app inventor dependiendo de la lámpara) a la app, si no cumple la condición verifica el tiempo del parpadeo. Dependiendo del número aleatorio se enciende una lámpara y se apagan las demás. #2 = lampara1 #3 = lampara 2... etc.. Si el tiempo de duración del proceso radomico es mayor o igual al tiempo inicial se realiza un juego de luces, se envía el 9 a la app (mensaje de repetir el juego app inventor), el tiempo inicial es igual a 0 y la variable del caso es igual a R (reseteo en app inventor).



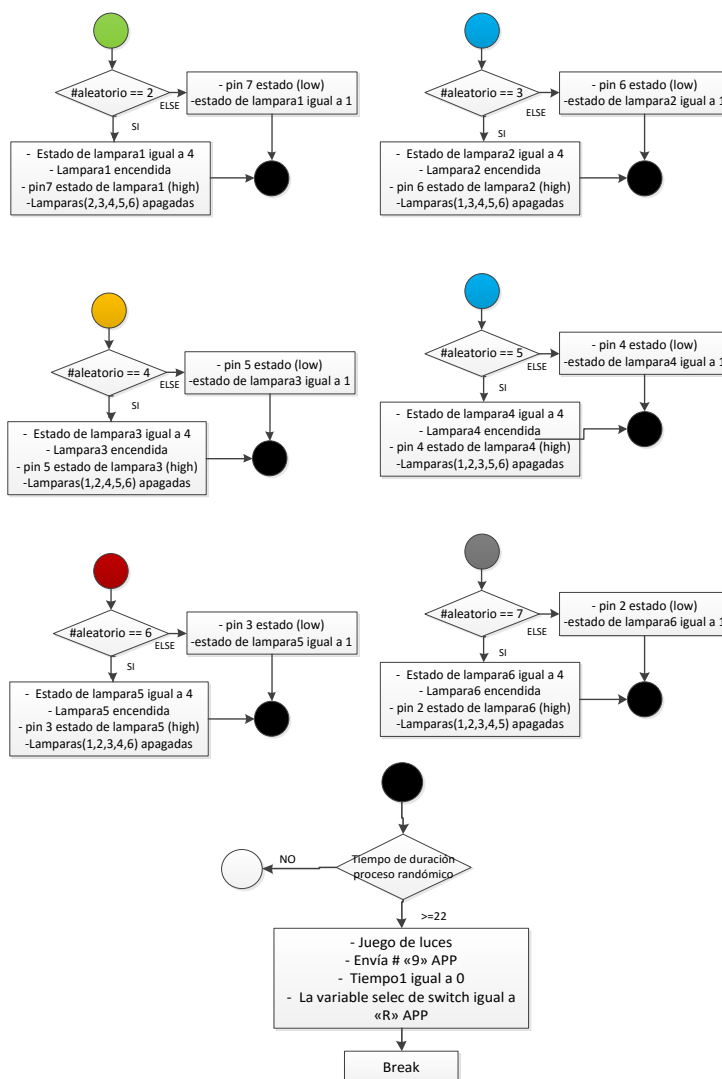


Figura 99: Diagrama de Flujo Sistema Jirafa – Módulo Música
Fuente: Autoría

Si el usuario selecciona V las variables se encienden.

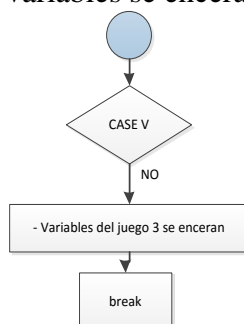


Figura 100: Diagrama de Flujo Sistema Jirafa – Case final
Fuente: Autoría

4.11 Código de programación del juguete electrónico

El software de programación se basó y se lo puede ver explicada línea por línea en el anexo 7.

4.12 Diseño de GUI

La interfaz del usuario es la parte visible de una aplicación con la que el usuario puede interactuar con el fin de usar el software, pudiendo el usuario manipular y controlar el software y de la misma manera el hardware gracias a la interfaz. La interfaz de usuario puede ser gráfica y está diseñada para interactuar con el sistema, la cual puede ser combinación de hardware y software. La GUI tiene conjunto de componentes para que pueda interactuar con el software y con el hardware.

Para realizar la GUI se debe conocer los requerimientos que se ajusten a una interfaz de usuario y el programa que se debe usar (RP).

Tabla 56: Tabla de requerimientos para el diseño de la interfaz del usuario

| CÓDIGO | REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD | PRIORIDAD | | |
|---------------|--|-----------|-------|------|
| | | ALTO | MEDIO | BAJO |
| RGUI1 | Amigable con el usuario (maestras) | X | | |
| RGUI2 | Registro de alumnos | X | | |
| RGUI3 | Menú de módulos | X | | |
| RGUI4 | Pantallas de módulos interactivas | X | | |
| RGUI5 | Botones para iniciar y finalizar la cx inalámbrica | X | | |
| RGUI6 | Búsqueda del alumno que va a realizar la prueba | X | | |
| RGUI7 | Selección de la nota a prueba | X | | |
| RGUI8 | Visualizador de posición de la estructura | X | | |
| RGUI9 | Mensaje de notificación | X | | |
| RGUI10 | Mensaje con la nota obtenida | X | | |
| RP1 | Software libre sin pago de licencias | X | | |
| RP2 | Programación sencilla | X | | |

Fuente: Autoría

Basado en los requerimientos del programa de software de la Tabla 56 se tiene en la Tabla 57 las características de varios programas para realizar la interfaz del usuario.

Tabla 57: Tabla de decisión para la elección del software para crear la interfaz de usuario

| SOFTWARE | MIT APP INVENTOR | InDesign CS6 |
|------------------------------|-------------------------|---------------------|
| SOFTWARE LIBRE | SI | NO |
| PROGRAMACIÓN SENCILLA | SI | SI |

Fuente: Autoría

Basado en las características de los softwares de la Tabla 57 se procede a elegir el software para desarrollar la GUI en la Tabla 58.

Tabla 58: Tabla de elección del material del software para crear la interfaz de usuario

| TIPO | SOFTWARE DE GUI REQUERIMIENTOS | | VALORACIÓN |
|-------------------------|---|-------------|-------------------|
| | RBR1 | RBR2 | |
| MIT APP INVENTOR | 3 | 3 | 6 |
| InDesign CS6 | 0 | 3 | 3 |
| Cumple totalmente 3 | Cumple parcialmente 1 | | No cumple 0 |

Elección:

De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el software para desarrollar la interfaz de usuario GUI que se adecua al trabajo de titulación es MIT APP INVENTOR

Fuente: Autoría

4.12.1 Mit app inventor

Google App Inventor es una aplicación de Google Labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. Gracias a esta aplicación podemos relacionar al usuario con el programador. Una programación con un entorno muy visual, práctico y didáctico para quien realice el software, basado en diagramas de bloques de colores para identificar cada función disponible en la app, así mismo cuenta con varios campos de acción, como por ejemplo

comandos de voz, video, imágenes, etc. Esta aplicación además de ser gratuita, es amigable a cualquier versión de Plataforma Android. (BelliTecno, 2014).



Figura 101: Logo de MIT App Inventor.

Fuente: <http://androidspin.com/2010/12/16/tutorial-create-your-own-christmas-card-app-with-app-inventor/>

2.12.1.1 Bloques característicos

Para el desarrollo de la aplicación que interactúe con el usuario del juguete electrónico, mit app inventor se ajusta a las características necesarias para el desarrollo, esta plataforma es muy sencilla de usar y totalmente gratuita, además de ser grafica para el desarrollador ya que usa bloques con procesos perceptibles de colores para la programación. Las pruebas de funcionamiento se las pueda realizar de manera rápida, con tan solo instalar la aplicación en un celular inteligente y escanear el código QR al compilar el proyecto.

4.12.2 Diseño de la GUI basado en los requerimientos

Basado en los requerimientos se realizó el diseño de la interfaz del usuario gracias a la aplicación realizada en el Software libre App, que se instaló en el teléfono móvil de la maestra, permitió monitorear el avance del desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas en los niños, al realizar cada uno de los módulos se puede llevar un registro de calificaciones ayudando a la evaluación del desarrollo. El manejo de la aplicación, así como la manera de calificar se encuentra explicado en el Manual de Usuario del anexo 8.

Las Pantallas del diseño de la interfaz del usuario se muestran a continuación.

4.12.2.1. Pantalla de Inicio

En la figura 102 se muestra la pantalla que se aprecia por el usuario al momento de abrir la aplicación.

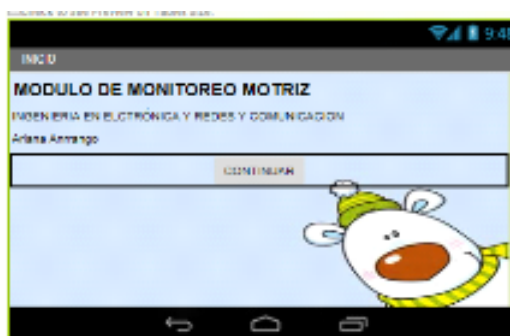


Figura 102: Pantalla de inicio app
Fuente: Autoría

4.12.2.2 Pantalla del menú de los módulos

En la figura 103 se muestra la pantalla en donde el usuario puede escoger que desea hacer, si es la primera vez el usuario debe registrar los alumnos.



Figura 103: Pantalla del menú
Fuente: Autoría

4.12.2.3. Pantalla de Registro de Alumnos

En la figura 104 se observa la pantalla del registro de alumnos, en donde se tiene los siguientes botones:

- **Nuevo:** Ingresar un nuevo alumno
- **Actualizar:** Modificar datos de un alumno
- **Eliminar:** Eliminar datos de un alumno
- **Mostrar:** Mostrar los datos ingresados



Figura 104: Pantalla de registro de alumnos
Fuente: Autoría

4.12.2.4. Pantalla del módulo montessori

En la figura 105 se muestra la pantalla del primer módulo, especificando cada elemento que contiene la pantalla.

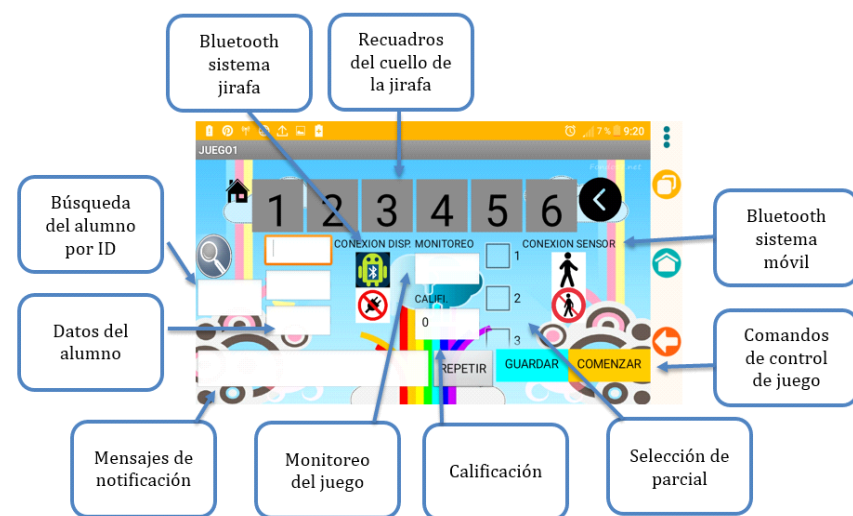


Figura 105: Pantalla del módulo montessori
Fuente: Autoría

4.12.2.5. Pantalla del módulo sobrepié

En la figura 106 se muestra el diseño de la interfaz del usuario del segundo módulo, además se especifica cada elemento en la pantalla.



Figura 106: Pantalla del módulo sobrepié
Fuente: Autoría

4.12.2.6. Pantalla del módulo música

En la figura 107 se muestra los elementos que se encuentran en la pantalla del tercer módulo.

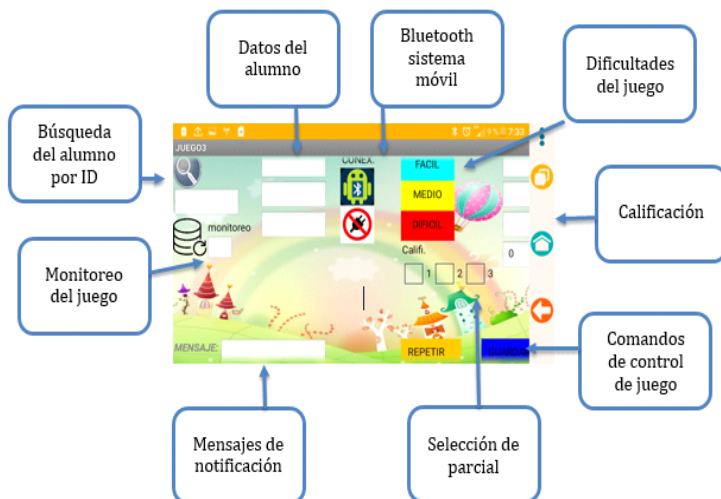


Figura 107: Pantalla del módulo música
Fuente: Autoría

4.13 Diseño e implementación de la estructura del juguete electrónico

4.13.1. Requerimientos estructurales

Estos requerimientos son determinados de acuerdo ala arquitectura del Hardware, dividiéndose en el material de la estructura del juguete (RM), material para la marcha del niño (RMA), en la Tabla 59 se muestra los requerimientos de acuerdo a las necesidades.

Tabla 59: Tabla de requerimientos estructurales

| CÓDIGO | REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD | PRIORIDAD | | |
|-------------|--------------------------------------|-----------|-------|------|
| | | ALTO | MEDIO | BAJO |
| RM1 | No afecte la salud física del niño | X | | |
| RM2 | Fácil de dar forma | X | | |
| RM3 | Económico | | X | |
| RM4 | Soporte de un peso de 20 Kg | X | | |
| RMA1 | No afecte la medición del sensor | X | | |
| RMA2 | Fácil de moldear | X | | |
| RMA3 | Soporte del peso de un niño de 20 Kg | X | | |
| RMA4 | Económico | | X | |
| RMS5 | Peso | X | | |

Fuente: Autoría

Los niños/as a la edad de 3 a 6 años son curiosos, hiperactivos y juegan para conocer e interactuar con su entorno, es por estas razones que la estructura del juguete debe soportar el juego hiperactivo e investigador de los niños, cubriendo las reglas de un juguete seguro como por ejemplo el no tener bordes filosos, elementos de plomo que se puedan introducir a la boca o elementos que puedan producir golpes o fracturas. Todo para preservar integridad emocional y física del niño/a. En la Tabla 60 se muestra algunos materiales que se pueden considerar para usar como la estructura de la jirafa.

Tabla 60: Tabla de decisión para la elección del material de la estructura de la jirafa

| CLASE DE MATERIAL | TABLA TRIPLEX | FIBRA DE VIDRIO | ALUMINIO |
|---------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| BORDE | NO | NO | SI |
| CORTOPUNZANTE | | | |
| DIFERENTES TIPOS | | | |
| DE QUIÍMICOS QUE | NO | NO | SI |
| AFECTEN A LA | | | |
| SALUD | | | |
| FRÁGIL | NO | SI | NO |
| SOPORTE DE PESO DE | SI | SI | SI |
| UN NIÑO DE 20 KG | | | |
| COSTO | ACCESIBLE | EXTREMADAMENTE CARO | CARO |

Fuente: Autoría

En la Tabla 61 se puede observar una comparativa de los requerimientos para la marcha del niño (RA), se tiene algunos elementos que se pueden considerar.

Tabla 61: Tabla de decisión para la elección del material de la estructura del cuello

| MATERIAL | VIDRIO | FIBRA DE VIDRIO |
|------------------------------------|---------------|------------------------|
| ESTRUCTURA | LISA | LISA |
| FACTIBILIDAD DE MOLDEAR | COMPLICADO | COMPLICADO |
| COSTO | ECONÓMICO | ACCESIBLE |
| PESO | PESADO | LIVIANO |
| SOPORTE DE UN NIÑO DE 20 KG | SI | SI |

Fuente: Autoría

4.13.2. Elección del material de la estructura

Basado en los requerimientos estructurales que se presentaron en la Tabla 62 se muestra a continuación la elección del material a usar.

Tabla 62: Tabla de elección del material de la estructura de la jirafa

| MATERIAL DE LA ESTRUCTURA | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | | VALORACIÓN |
| | RBR 1 | RBR2 | RBR3 | RBR4 | |
| TABLA TRIPLEX | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| FIBRA DE VIDRIO | 3 | 0 | 0 | 3 | 6 |
| ALUMINIO | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 |
| Cumple totalmente 3 | | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 |

Elección:
De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el material para la estructura de la jirafa que se adecua al trabajo de titulación es la tabla triplex.

Fuente: Autoría

De acuerdo a la Tabla 61 para la selección del material, la Tabla Triplex es adecuada para soportar el peso de un niño/a y se mantendrá durante un tiempo sobre el cuello de la jirafa, además de su costo accesible. La estructura tendrá filos redondos adecuados para que no exista ningún peligro de accidentes en el niño/a. El material que recubrirá a la estructura formada con triplex, con los colores y rasgos que caracteriza a una jirafa es lona impresa, que es un tejido pesado el cual tendrá la función de aportar robustez y protección al juguete electrónico.

Para realizar la estructura del juguete electrónico con las medidas antes propuestas, se realizó un proceso de carpintería con la ayuda de un experto en el área, en el Anexo 9 se podrá ver el procedimiento y el resultado final de la estructura es la figura 108:



Figura 108: Tapa superior (izq.) e inferior (dere.) de la estructura del juguete electrónico

Fuente: Autoría

Para que el modelo de la jirafa quede visualmente perfecto es necesario cubrir la madera con lona. Para esto es necesario la ayuda de expertos en Serigrafía y Diseño Gráfico, para conocer el proceso, ver el Anexo 10. Y el resultado con lona se muestra en la figura 109:



Figura 109: Estructura del diseño del juguete electrónico cubierto con lona

Fuente: Autoría

4.13.3. Elección del material del cuello

La elección del material que se usó en el cuello de la jirafa se muestra en la Tabla 61 de acuerdo a los requerimientos anteriores de la Tabla 63.

Tabla 63: Tabla de elección del material de la estructura

| PLATAFORMA OPEN SOURCE | | | | | | |
|------------------------|----------------|-----------------------|------|------|-------------|------------|
| TIPO | REQUERIMIENTOS | | | | | VALORACIÓN |
| | RMA1 | RMA2 | RMA3 | RMA4 | RMA5 | |
| VIDRIO | 3 | 1 | 3 | 3 | 0 | 10 |
| FIBRA DE VIDRIO | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 11 |
| Cumple totalmente 3 | | Cumple parcialmente 1 | | | No cumple 0 | |

Elección:

De acuerdo al análisis de requerimientos y valoración establecida a cada uno de los elementos, el material para el cuello de la jirafa que se adecua al trabajo de titulación es fibra de vidrio.

Fuente: Autoría

En esta parte de la jirafa se colocaron los sensores adecuados para cumplir con los módulos y además soporta el peso de los niños/as, es así que en el tronco se encuentran 6 recuadros sobrepuestos de acrílico de 8mm, siendo capaz de permitir que los sensores trabajen de manera adecuada y que soporte el peso de los niños/as, por esto según la OMS (Organización Mundial de la Salud) el peso ideal de niños y niñas se especifica en la Tabla 64:

Tabla 64: Peso ideal de niños y niñas según la edad

| EDAD | NIÑOS | NIÑAS |
|---------------|----------|---------|
| 3 AÑOS | 14,2 Kg | 14,9 Kg |
| 4 AÑOS | 16,3 Kg | 16,1 Kg |
| 5 AÑOS | 18,5 Kg | 18,3 Kg |
| 6 AÑOS | 19,91 Kg | 19,6 Kg |

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). *Patrones de Crecimiento Infantil*. Obtenido de http://www.who.int/childgrowth/standards/chts_wfa_ninas_z/es/

Para el cuello de la jirafa con la ayuda de un experto en cortar acrílico, se realizó el corte de seis pedazos.



Figura 110: Acrílico cortado con las medidas de cada casillero del cuello de la jirafa

Fuente: Autoría

4.14 Pruebas de funcionamiento

Las pruebas finales de funcionamiento se llevaron a cabo en la institución, a lo largo de un mes los módulos Montessori, Sobrepie y Música fueron puestos cada uno a prueba, tomando en cuenta que las pruebas que realizaron los niños fueron de acuerdo a la disposición del tiempo y planificación de los maestros.

4.14.1 Módulo Montessori

Como resultado de que los niños usen el juguete electrónico, se tiene las siguientes secuencias de fotografías del módulo Montessori.

Nombre del niño: Daniel Lopez

Edad: 3 años



Figura 111: Fotografía del niño Daniel sin y con chaleco.
Fuente: Autoría

4.14.1 Módulo Montessori pruebas iniciales

En la primera secuencia de fotografías que se muestra en la figura 112 se puede observar como el niño necesita ayuda de su madre para realizar el módulo Montessori, de esta manera culmina el módulo con éxito.



Figura 112: Secuencia de fotografías de pruebas iniciales juego Montessori con ayuda
Fuente: Autoría

Es importante realizar las pruebas de funcionamiento sin recibir una ayuda, por lo cual en esta secuencia de fotografías que muestra la figura 113 el niño realiza la prueba solo,

existiendo desequilibrio en todo el desarrollo del módulo, ya que el niño se apoya en la pared para poder culminar el módulo Montessori.



Figura 113: Secuencia de fotografías de pruebas iniciales juego Montessori sin ayuda
Fuente: Autoría

4.14.1.2 Módulo Montessori pruebas finales

A continuación se presentan bloques que contienen varias secuencias de fotografías en las cuales se podrá evidenciar las mejoras en las habilidades motrices gruesas básicas de los niños, centrándose en la coordinación y la visión.

En la primera secuencia de fotografías en la última semana se puede observar en la figura 114 la coordinación que el niño tiene al empezar la marcha de pie derecho, pie izquierdo. Conforme se fue desarrollando el módulo Montessori el niño observa el cambio de color de los recuadros según su marcha.



Figura 114: Secuencia de fotografías pruebas finales Montessori.
Fuente: Autoría

4.14.1.3 Resultados de las pruebas del Módulo Montessori en la aplicación.

En la figura 115 se puede observar las tres calificaciones obtenidas con las primeras pruebas de funcionamiento en el transcurso de una semana.

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | | |
|----|-----------------|-------------------|------|--------|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 8 | Daniel Fernando | López Ben alcazar | 3 | 50 | 52 | 50 |

Figura 115: Calificaciones semana inicial juego montessori
Fuente: Autoría

En la figura 116 se puede observar las tres calificaciones obtenidas con las últimas pruebas de funcionamiento en el transcurso de una semana.

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | | |
|----|-----------------|-------------------|------|--------|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 8 | Daniel Fernando | López Ben alcazar | 3 | 60 | 66 | 87 |

Figura 116: Calificaciones semana final juego montessori
Fuente: Autoría

4.14.1.4 Módulo Montessori tapado ojos pruebas iniciales

A continuación se presentan figuras que contienen varias secuencias de fotografías en las cuales se podrá evidenciar el estado de habilidades motrices gruesas básicas de los niños, centrándose en el control postural, equilibrio, Ataxia (marcha inestable, movimiento espasmódico) y estímulo del sistema vestibular (control espacial, desarrollo del oído). En la primera semana de las pruebas de funcionamiento en la figura 117 la que contiene una secuencia de fotografías se puede observar como el niño necesita ayuda para realizar el módulo Montessori tapado ojos, de esta manera el niño puede culminar el módulo de manera satisfactoria.

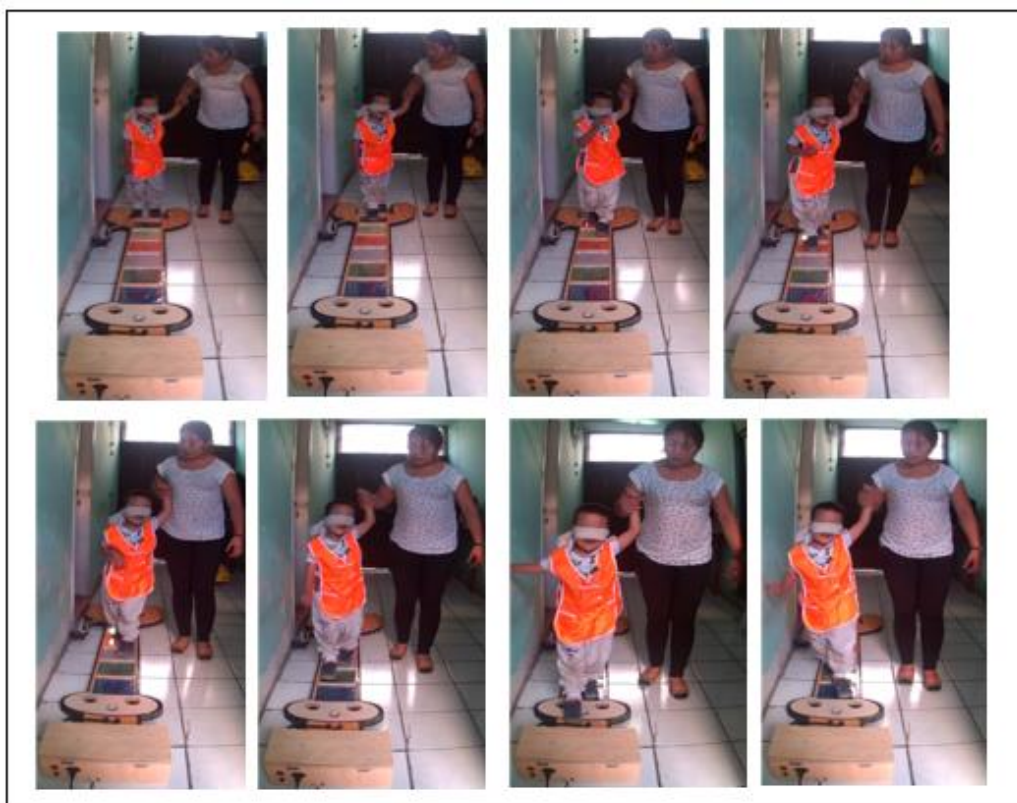


Figura 117: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Montessori ojos vendados con ayuda

Fuente: Autoría

En la siguiente figura 118 se puede observar una secuencia de fotografías que contiene la caminata pie derecho, pie izquierdo con los ojos tapados sin ayuda, pero durante el desarrollo del módulo el niño se apoya en la pared, por lo que su control espacial es mínimo, sin embargo finaliza el módulo sin salirse de la estructura de la jirafa al escuchar conforme se desarrolla si cometió errores. El niño no realiza ningún movimiento espasmódico.



Figura 118: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Montessori ojos vendados

Fuente: Autoría

4.14.1.5 Módulo Montessori tapado ojos pruebas finales

A continuación se presentan bloques que contienen varias secuencias de fotografías en las cuales se podrá evidenciar las mejoras en las habilidades motrices gruesas básicas de los niños, centrándose en el control postural, equilibrio, con la ayuda de la maestra se podrá determinar si el niño tiene Ataxia (marcha inestable, movimiento espasmódico) y el estímulo del sistema vestibular (control espacial, desarrollo del oído).

En la primera secuencia de fotografías de las pruebas de funcionamiento en la sexta semana se puede observar en la figura 119 que el control postural del niño es máximo, aunque al inicio del desarrollo del módulo haya tenido un desequilibrio mínimo, sin ayuda, sin apoyarse en la pared, inclinar el cuerpo hacia los lados de manera brusca o salirse del juego el niño cuenta con un buen equilibrio. El control espacial se determina de manera empírica, lo cual basándose en las fotos se llega a observar claramente que el niño cuenta con un control espacial satisfactorio. Al no contar con el sentido de la vista, el sentido del oído se pone alerta, por lo que los sonidos de notificación si realiza algún error, se vuelven fundamentales e indispensables para la culminación del módulo estimulan al desarrollo del oído.

La maestra supo expresar que Daniel cuenta con una marcha estable, aunque al inicio parecía decaer, y no tiene movimientos espasmódicos.



Figura 119: Secuencia de fotografías pruebas finales Montessori tapado vendados.

Fuente: Autoría

4.14.1.6 Resultados de las pruebas de funcionamiento del módulo Montessori en la aplicación

En la aplicación se muestra las calificaciones que el niño obtuvo con el transcurso de la primera semana como se muestra en la figura 120, hasta la última como se muestran en la figura 121.

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | | |
|----|-----------------|-------------------|------|--------|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 8 | Daniel Fernando | López Ben alcazar | 3 | 50 | 54 | 52 |

Figura 120: Calificaciones semana inicial módulo montessorin ojos vendados
Fuente: Autoría

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | | |
|----|-----------------|-------------------|------|--------|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 8 | Daniel Fernando | López Ben alcazar | 3 | 70 | 80 | 76 |

Figura 121: Calificaciones semana final módulo montessori ojos vendados
Fuente: Autoría

4.14.2 Módulo Sobrepié

A continuación se presentan varias secuencias de fotografías en las cuales se podrá evidenciar el estado de habilidades motrices gruesas básicas de los niños, centrándose en el equilibrio.

Como resultado de que los niños usen el juguete electrónico la primera semana, se tiene las siguientes secuencias de fotografías del módulo Sobrepié.

Nombre del niño: Felipe Estevez

Edad: 6 años



Figura 122: Fotografía del niño Felipe.

Fuente: Autoría

4.14.2.1 Módulo Sobrepie pruebas iniciales

En la primera secuencia de fotografías que se muestra en la figura 123 se puede observar como el niño en el primer recuadro de color rojo se balancea al pararse en el pie derecho, hasta que apoya su mano en la pared para no bajar el pie al piso o no sufrir una caída.



Figura 123: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie primer recuadro.

Fuente: Autoría

En la secuencia de fotografía de la figura 124 se puede ver de otro ángulo como el niño se mantiene sobre un pie en el primer recuadro de color rojo.



Figura 124: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie primer recuadro vista lateral.
Fuente: Autoría

Al pasar al segundo recuadro de color amarillo se observa en la serie de fotografías de la figura 125 que el niño no pudo mantenerse en un solo pie por los 4 segundos establecidos por el módulo Sobrepie y su cuerpo se inclinó hacia delante obligándolo a volver a ponerse en posición para continuar con el módulo empezando nuevamente en el tercer recuadro tomate.



Figura 125: Serie de fotografías pruebas iniciales Sobrepie segundo recuadro.
Fuente: Autoría

En la serie de fotografía de la figura 126 se puede ver de otro ángulo como el niño pierde el equilibrio al momento de iniciar los 4 segundos sobre un pie en el segundo recuadro de color amarillo.



Figura 126: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie segundo recuadro vista lateral.
Fuente: Autoría

En el tercer recuadro de color tomate se puede observar en la secuencia de fotografías de la figura 127 que el niño al intentar reestablecer la posición del cuerpo para continuar con el módulo Sobrepie al inicio se tiene un movimiento brusco del cuerpo, pero durante el transcurso de los 4 segundos establecidos el niño logró mantenerse en equilibrio en un solo pie.



Figura 127: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepie tercer recuadro.
Fuente: Autoría

En la secuencia de fotografía de la figura 128 se puede ver de otro ángulo como el niño no pierde el equilibrio, pero su cuerpo oscila mientras cumple los 4 segundos sobre un pie en el tercer recuadro de color tomate.



Figura 128: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepié tercer recuadro vista lateral.
Fuente: Autoría

En la serie de fotografías de la figura 129 en el cuarto recuadro de color rosado el niño mantiene el equilibrio casi por completo durante los 4 segundos establecidos, ya que al final apoya su pie en la estructura de la jirafa.



Figura 129: Serie de fotografías pruebas iniciales Sobrepié cuarto recuadro.

Fuente: Autoría

En la serie de fotografía de la figura 130 se puede ver de otro ángulo como cuerpo del niño no pierde el equilibrio, pero casi final de los 4 segundos apoya el pie en el suelo en el cuarto recuadro de color rosado.



Figura 130: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepié cuarto recuadro vista lateral.

Fuente: Autoría

En el quinto recuadro de color verde el niño mantiene el equilibrio durante los 4 segundos, sin embargo existe una oscilación del cuerpo, como se puede observar en la serie de fotografías de la figura 131.



Figura 131: Serie de fotografías pruebas iniciales Sobrepie quinto recuadro.

Fuente: Autoría

En la serie de fotografía de la figura 132 se puede ver de otro ángulo como cuerpo del niño no pierde el equilibrio, pero si oscila su cuerpo para no perder totalmente el equilibrio y cumplir los 4 establecidos en el quinto recuadro de color verde.



Figura 132: Serie de fotografías pruebas iniciales Sobrepié quinto recuadro vista lateral.
Fuente: Autoría

En la serie de fotografías de la figura 133 se puede observar que el niño en el sexto recuadro de color de color azul trata al máximo de mantenerse en equilibrio en un solo pie, pero la oscilación del cuerpo es demasiado notable.

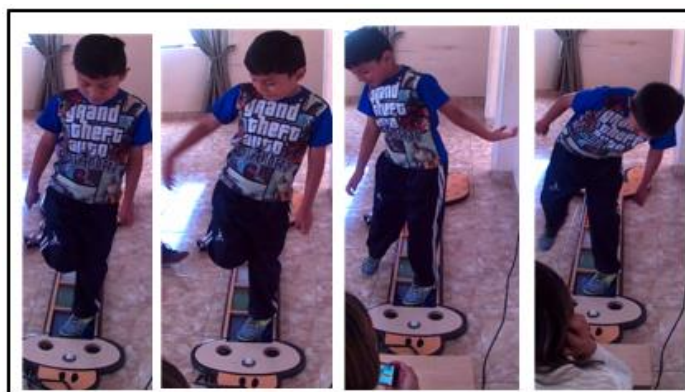


Figura 133: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Sobrepié sexto recuadro.
Fuente: Autoría

En la serie de fotografía de la figura 134 se puede ver de otro ángulo como cuerpo del niño no pierde el equilibrio, pero si oscila su cuerpo para no perder totalmente el equilibrio y cumplir los 4 establecidos en el sexto recuadro de color azul.



Figura 134: Serie de fotografías pruebas iniciales Sobrepié sexto recuadro vista lateral.
Fuente: Autoría

4.14.2.2 Módulo Sobrepié pruebas finales

A continuación se presentan varias series de fotografías en las cuales se podrá evidenciar las mejoras en las habilidades motrices gruesas básicas de los niños, centrándose en el equilibrio.

En la primera serie de fotografías de las pruebas de funcionamiento en la sexta semana se puede observar en la figura 135 del equilibrio que el niño tiene al permanecer sobre un pie durante 4 segundos, al inicio en el recuadro de color rojo de la prueba el niño se apoya en la pared para poder establecer equilibrio, sin embargo durante los segundos restantes permanece en una posición constante.



Figura 135: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepié primer recuadro vista lateral.

Fuente: Autoría

En el segundo recuadro de color amarillo se observa que el niño mantiene el equilibrio durante los 4 segundos, sin embargo existe una inclinación hacia delante casi al final del tiempo establecido, que se puede observar en la figura 136.



Figura 136: Serie de fotografías pruebas finales Sobrepié segundo recuadro.

Fuente: Autoría

En la serie de fotografía de la figura 137 se puede ver de otro ángulo como el cuerpo del niño no pierde el equilibrio, pero se inclina hacia delante para mantener el equilibrio y cumplir los 4 establecidos en el segundo recuadro de color amarillo.



Figura 137: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepié segundo recuadro vista lateral.

Fuente: Autoría

En la serie de fotografías de la figura 138 se puede observar que el niño al mantenerse de pie en el recuadro de color tomate, se encuentra tranquilo mientras mantiene el equilibrio durante los 4 segundos establecidos.



Figura 138: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepié tercer recuadro.

Fuente: Autoría

En la serie de fotografía de la figura 139 se puede ver de otro ángulo como cuerpo del niño no pierde el equilibrio, pero se inclina hacia delante para mantener el equilibrio y cumplir los 4 establecidos en el tercer recuadro de color tomate.



Figura 139: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepié tercer recuadro vista lateral.

Fuente: Autoría

En la figura 140 se puede observar que el niño mantiene el equilibrio con su cuerpo totalmente rígido mientras esta sobre un pie en el recuadro cuarto de color morado



Figura 140: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepié cuarto recuadro.
Fuente: Autoría

En la figura 141 se puede observar de otro ángulo la posición del niño al mantenerse en un pie en el cuarto recuadro de color morado.



Figura 141: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepié cuarto recuadro vista lateral.
Fuente: Autoría

En la serie de fotografías de la figura 142 se observa que el niño mantiene su equilibrio con el cuerpo recto al mantenerse en un pie en el recuadro quinto de color verde durante los 4 segundos establecidos.



Figura 142: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepié quinto recuadro.
Fuente: Autoría

En la serie de fotografías de la figura 143 se puede observar de otro ángulo la posición del niño al mantenerse en un pie en el quinto recuadro de color verde.



Figura 143: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie quinto recuadro vista lateral.
Fuente: Autoría

En el último recuadro de color azul la serie de fotografías de la figura 144 el niño permanece con equilibrio durante los 4 segundos establecidos, manteniendo su cuerpo recto.



Figura 144: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie sexto recuadro.
Fuente: Autoría

En la serie de fotografías de la figura 145 se puede observar de otro ángulo la posición del niño al mantenerse en un pie en el sexto recuadro de color azul.



Figura 145: Secuencia de fotografías pruebas finales Sobrepie sexto recuadro vista lateral.
Fuente: Autoría

4.14.2.3 Resultados de las pruebas de funcionamiento del módulo Sobrepie en la aplicación

En la figura 146 se muestra las calificaciones que obtuvo el niño Diego al realizar los módulos Montessori y Sobrepie de color amarillo y celeste respectivamente, para obtener un

porcentaje de incremento se debe tener en cuenta solamente las calificaciones que se encuentran en el casillero de color celeste.

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | | | JUEGO2 | | |
|----|--------------|------------------|------|--------|----|----|--------|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 7 | Diego Felipe | Estevez Anrrango | 6 | 56 | 52 | 60 | 40 | 40 | 40 |

Figura 146: Calificaciones semana inicial módulo sobrepie

Fuente: Autoría

De la misma manera, en la figura 147 se debe tomar en cuenta para obtener un porcentaje de incremento las calificaciones del casillero celeste.

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | | | JUEGO2 | | |
|----|--------------|------------------|------|--------|----|----|--------|----|-----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 7 | Diego Felipe | Estevez Anrrango | 6 | 59 | 87 | 86 | 60 | 80 | 100 |

Figura 147: Calificaciones semana final módulo sobrepie

Fuente: Autoría

4.14.3 Módulo Música

A continuación se presentan varias series de fotografías en las cuales se podrá evidenciar el estado de habilidades motrices gruesas básicas de los niños, centrándose en los movimientos naturales de locomoción, orden y serenidad.

Como resultado de que los niños usen el juguete electrónico la primera semana, se tiene las siguientes series de fotografías del módulo Música.

Nombre de la niña: Isabella Venegas

Edad: 5 años



Figura 148: Fotografía de la niña Isabella.

Fuente: Autoría

4.14.3.1 Módulo Música pruebas iniciales

En la primera serie de fotografías en la figura 149 se muestra el inicio del módulo música, en donde la dificultad de **fácil** esta puesta a prueba. Como se observa la niña al iniciar el módulo se apoya en la pared, escucha la canción predeterminada y observa para estar alerta a el cambio de color y poder alcanzar a colocarse en el recuadro del color que el sistema de iluminación indica. Conforme la canción va reproduciéndose la niña va desarrollando el módulo de manera más confiada y segura, y va dejando de apoyarse en la pared conforme acierta al colorase en el recuadro.



Figura 149: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad fácil

Fuente: Autoría

En la segunda serie de fotografías en la figura 150 se observa realizar a la niña el módulo música en la dificultad de **fácil**. Conforme se fue reproduciendo la canción predeterminada la niña va desarrollando el módulo casi sin ningún inconveniente, al finalizar el módulo existe una inclinación brusca del cuerpo hacia atrás, sin consecuencias que afecten a la culminación de la dificultad.



Figura 150: Serie de fotografías pruebas iniciales Música dificultad fácil vista lateral.
Fuente: Autoría

En esta serie de fotografías se muestra el desarrollo del módulo música con la dificultad de **medio**, en donde el tiempo de la niña para colocarse en el recuadro que el sistema de iluminación indica es menor que en la dificultad de fácil. La niña en la dificultad media se desarrolla con más desenvolvimiento y las veces que se apoya en la pared son menores que en la dificultad fácil, sin embargo por la velocidad con la que cambian los recuadros de colores la niña no alcanza a seleccionar todos los recuadros indicados, a pesar de esto la niña mantiene su actitud positiva. La figura 151 contiene la serie de fotografías.

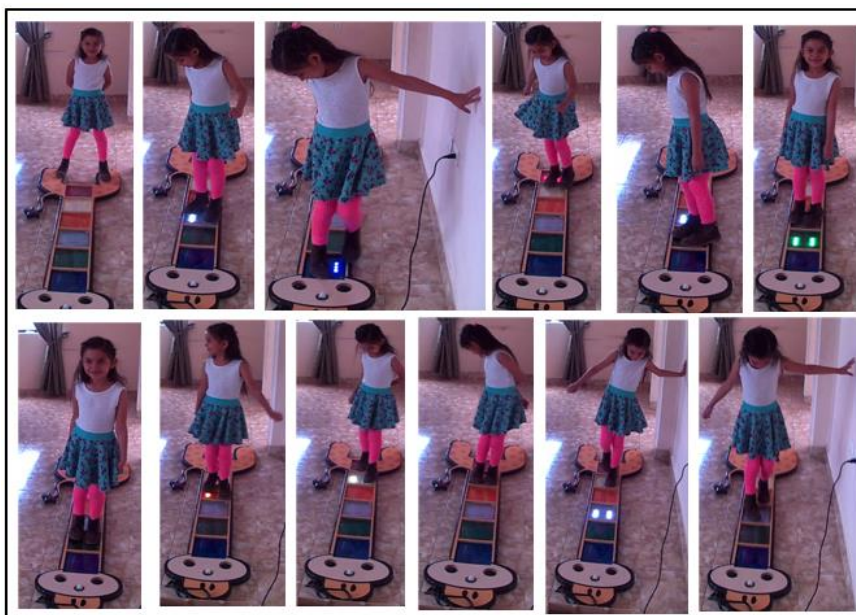


Figura 151: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad medio.
Fuente: Autoría

En la siguiente serie de fotografías de la figura 152 se observa de otro ángulo el desarrollo de la niña en el módulo música en la dificultad media. Se puede observar como la niña se mueve a través de la estructura de la jirafa para alcanzar a seleccionar el recuadro que el sistema de iluminación indicó, sin existir ningún tipo de riesgo, pero se puede observar que la niña mantiene una sonrisa en el desarrollo del módulo.



Figura 152: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad medio vista lateral. Fuente: Autoría

La figura 153 se muestra una serie de fotografías en donde se pudo observar a la niña desarrollando el módulo música en la dificultad **difícil**. En esta dificultad el tiempo en que se demoran en cambiar los recuadros para que la niña seleccione el indicado es menor que en la dificultad media. Por esta razón se puede observar que a la niña se le dificulta colorarse en el recuadro correcto, mientras se dirige al recuadro indicado, esté cambia de posición, debido a esto se puede observar que la niña reacciona con exaltación y una actitud auténtica, aun sin haber conseguido seleccionar todos los recuadros indicados.



Figura 153: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad difícil.
Fuente: Autoría

La figura 154 muestra una serie de figuras se observa de otro ángulo el desarrollo de la niña en el módulo música con la dificultad difícil. Como se mencionó anteriormente en esta dificultad, se vuelve un poco más complicado para la niña seleccionar el recuadro que el sistema de iluminación indicó.



Figura 154: Secuencia de fotografías pruebas iniciales Música dificultad difícil vista lateral
Fuente: Autoría

4.5.10 Módulo Música pruebas finales

A continuación se presenta varias series de fotografías en las cuales se podrá evidenciar las mejoras en las habilidades motrices gruesas básicas de los niños, en especial los movimientos naturales de locomoción.

En la primera serie de fotografías de las pruebas de funcionamiento, en la sexta semana se puede observar en la figura 155 el desarrollo del módulo música con la dificultad **fácil**, en esta etapa se puede recalcar que la niña durante el desarrollo del módulo su cuerpo se encuentra relajado, su expresión facial es contenta y su estado de ánimo es efusivo, en las fotografías se puede observar que mientras se desarrolla el módulo realiza posiciones de ballet. De igual manera desarrolla el oído y la vista, es decir los sistemas nervioso, vestibular y cenestésico.

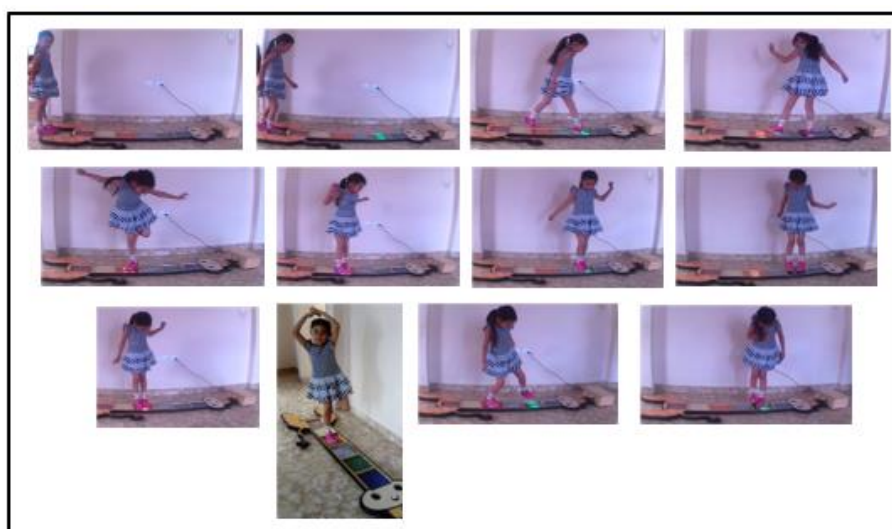


Figura 155: Secuencia de fotografías pruebas finales Música dificultad fácil
Fuente: Autoría

En esta segunda serie de fotografías de la figura 156 se encuentra el desarrollo del módulo música con la dificultad **media**. Aquí se puede observar que la niña continua con la misma efusividad con la que realizó las pruebas en la dificultad fácil. La serenidad y el orden al finalizar la dificultad se relacionan con la satisfacción del juego.



Figura 156: Serie de fotografías pruebas finales Música dificultad medio.

Fuente: Autoría

En la siguiente serie de fotografías de la figura 157 la niña desarrolla el módulo música con la dificultad **difícil**. La niña a pesar de la dificultad se puede observar que los movimientos que realiza durante el desarrollo son naturales de su locomoción. Es importante mencionar que la niña sigue realizando sus posiciones de ballet.



Figura 157: Secuencia de fotografías pruebas finales Música dificultad difícil.

Fuente: Autoría

4.5.11 Resultados de las pruebas de funcionamiento del módulo Música en la aplicación

En la figura 158 se puede observar las calificaciones de los tres módulos que la niña obtuvo en las pruebas iniciales de funcionamiento, para calcular el porcentaje de incremento se toma en cuenta las calificaciones de la casilla de color rosado.

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | | | JUEGO2 | | | JUEGO3 | | |
|----|------------------|------------------|------|--------|----|----|--------|----|----|--------|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 5 | Domenica Isabela | Venegas Anrrango | 5 | 48 | 48 | 52 | 60 | 60 | 40 | 49 | 56 | 56 |

Figura 158: Calificaciones semana inicial módulo música
Fuente: Autoría

En la figura 159 de la misma manera, es necesario tomar en cuenta solo las calificaciones de la casilla de color rosado, calificaciones obtenidas en las pruebas de funcionamiento final.

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | | | JUEGO2 | | | JUEGO3 | | |
|----|------------------|------------------|------|--------|----|----|--------|----|----|--------|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 5 | Domenica Isabela | Venegas Anrrango | 5 | 94 | 68 | 99 | 100 | 60 | 80 | 79 | 66 | 63 |

Figura 159: Calificaciones semana final módulo música
Fuente: Autoría

4.5.12. Resultados en la Aplicación

Se tiene a continuación todo el registro de las calificaciones de los tres módulos Montessori, Sobrepié y Música, en la figura 160 se muestra los registros de las pruebas iniciales.

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | JUEGO2 | JUEGO3 |
|----|----------|----------|------|--------|--------|--------|
| 1 | Luis | Enrique | 40 | 100 | 100 | 92 |
| 2 | Jennifer | Vincent | 66 | 76 | 59 | 68 |
| 3 | Dominica | Vincent | 48 | 48 | 52 | 56 |
| 4 | Ana | María | 56 | 80 | 80 | 60 |
| 5 | Diego | Felipe | 36 | 32 | 40 | 40 |
| 6 | Daniel | Fernando | 58 | 60 | 52 | 66 |
| 7 | Marlon | Xavier | 99 | 98 | 60 | 74 |
| 8 | Lisa | Joana | 46 | 50 | 53 | 45 |
| 9 | Edison | Rodrigo | 90 | 90 | 96 | 62 |

Figura 160: Registro de notas de las últimas semanas.

Fuente: Autoría

En la figura 161 se muestra los registros de las pruebas de las calificaciones de los tres módulos Montessori, Sobrepié y Música.

| ID | NOMBRE | APELLIDO | EDAD | JUEGO1 | JUEGO2 | JUEGO3 |
|----|----------|----------|------|--------|--------|--------|
| 1 | Luis | Enrique | 40 | 100 | 100 | 92 |
| 2 | Jennifer | Vincent | 66 | 76 | 59 | 68 |
| 3 | Dominica | Vincent | 48 | 48 | 52 | 56 |
| 4 | Ana | María | 56 | 80 | 80 | 60 |
| 5 | Diego | Felipe | 36 | 32 | 40 | 40 |
| 6 | Daniel | Fernando | 58 | 60 | 52 | 66 |
| 7 | Marlon | Xavier | 99 | 98 | 60 | 74 |
| 8 | Lisa | Joana | 46 | 50 | 53 | 45 |
| 9 | Edison | Rodrigo | 90 | 90 | 96 | 62 |

Figura 161: Registro de notas de las últimas semanas.

Fuente: Autoría

4.5.13. Factibilidad del juguete electrónico basado en las pruebas de funcionamiento

Para conocer el avance del desarrollo de las habilidades de los niños es necesario realizar un incremento de porcentaje con las calificaciones que se mostraron al final de cada uno de los módulos en las figuras respectivas, así en la Tabla 65 se puede observar las calificaciones de manera conjunta y resumida.

| Tabla 65: Calificaciones para obtener el % de incremento | | | | | | |
|--|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Módulo/Notas | 1 | | 2 | | 3 | |
| | Inicial | Final | Inicial | Final | Inicial | Final |
| Montessori | 50 | 60 | 52 | 66 | 50 | 87 |
| Montessori TapadoOjos | 50 | 70 | 54 | 80 | 52 | 76 |
| Sobrepie | 40 | 60 | 40 | 80 | 40 | 100 |
| Música | 49 | 79 | 56 | 66 | 56 | 63 |

Fuente: Autoría

Con las calificaciones iniciales y finales de cada módulo se procede a realizar el cálculo del porcentaje de incremento, en la Tabla 66 se tiene un porcentaje individual por cada nota para luego conseguir un promedio de porcentaje por cada módulo.

| Tabla 66: Porcentaje de incremento | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------|
| Módulo/Notas | 1 | 2 | 3 | % total de incremento |
| Montessori | 20% | 26,9% | 74% | 40,3% |
| Montessori TapadoOjos | 40% | 48,1% | 46,1% | 44,7% |
| Sobrepie | 50% | 100% | 150% | 50% |
| Música | 42,8% | 17,8% | 12,5% | 42,8% |

Fuente: Autoría

De la misma manera, para poder realizar un análisis correcto de la evaluación que se presentó en la Tabla 66 se presenta un rango de categorías para obtener un puntaje de factibilidad, para ello la escala se ejecuta como se presenta en la Tabla 67.

| Tabla 67: Rangos de factibilidad | |
|----------------------------------|---------------|
| RANGO | FACTIBILIDAD |
| 10 - 40% | Poco Factible |
| 40 – 70 % | Factible |
| 70 - 100% | Muy Factible |

Fuente: Criterio de Proyecto

Por lo tanto, se tiene que el módulo Montessori con los ojos abiertos cuenta con un porcentaje total de incremento del 40,3% lo que lo hace factible como una herramienta de desarrollo de habilidades básicas motoras gruesas, como lo es la marcha, así mismo la coordinación en la caminata y la vista. Se logró determinar si los niños tienen una marcha inestable (Ataxia), con el módulo Montessori y los niños con el sentido de la vista dominante, si el niño caminará de manera correcta su postura de igual forma lo será, por lo que se obtuvo una caminata estable con un control postural correcto, así mismo se estimuló el sentido de la vista conforme el niño avanzaba, los recuadros cambiaban de colores, cada uno de los colores emite una sensación diferente en los niños, por lo que el color inicial (rojo) y final (azul) son primordiales, al inicio el niño es incentivado a moverse y al final se motiva la serenidad.

El módulo Montessroi con los ojos vendados presenta un porcentaje de 44,7%, lo cual lo vuelve factible, este módulo se basa en sustituir un sentido fundamental en los niños como lo es el de la vista, por el sentido del oído, lo cual su proceso resulta arduo, sin embargo se llegó a desarrollar las habilidades como el control postural, equilibrio pudiendo determinar en

la prueba final si el niño tiene Ataxi (marcha inestable, movimiento espamódico) y el estímulo del sistema vestibular (control espacial, desarrollo del oído).

Una caminata recta pie derecho, pie izquierdo es el proceso correcto del módulo Montessori con los ojos vendados que tiene como resultado cualitativo el aumento del control postural del niño con una posición del cuerpo correcta.

Con un porcentaje de incremento del 50%, el módulo Sobrepié es factible lo que hace de este módulo una herramienta que desarrolla de manera satisfactoria el equilibrio y las habilidades motoras gruesas básicas de los niños. La posición del cuerpo del niño durante el tiempo establecido en cada recuadro permitió el desarrollo del sistema nervioso central, acciones que el niño realizaba guiadas por la sensibilidad de estar sobre un pie, sistema sensorial, asimilar la información de las sensaciones nuevas y cenestésico que evita que el niño tenga vértigo, el sentido de la vista en cada práctica del módulo se estimula por las notificaciones de cambio de pie terminado los 4 segundos.

Siendo Factible el módulo música con un porcentaje de incremento del 42,8%, se puede decir que este módulo impulsa el desarrollo de los movimientos naturales de locomoción, sí también el oído y la vista. Los movimientos naturales de locomoción se presentan en el modo de obtener por parte de los niños un acierto en cada una de las dificultades, la música de frecuencias bajas logró que el sentido del oído se estimule en todo momento, al igual que el sentido de la vista, así también se obtiene resultados empíricos del estado de ánimo del niño, siendo un estado sereno al dejar toda la adrenalina que un niño de 3 a 6 años tiene en el desarrollo del módulo.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se logró desarrollar un juego electrónico que promueve el aprendizaje lúdico – didáctico en niños de 3 a 6 años que refleja el desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas y que transmite los datos obtenidos de los elementos electrónicos a través de la comunicación inalámbrica Bluetooth a una interfaz de visualización en un dispositivo Android.

La parte fundamental del proyecto está basado en los parámetros que desarrollan las habilidades motoras gruesas básicas, las diferentes técnicas de investigación empleadas permitieron establecer aquellos parámetros, con los cuales se pudo conocer la situación actual del centro infantil con respecto a las habilidades motoras gruesas básicas, llegando a la conclusión de que sustituir los métodos tradicionales por el juguete electrónico ayudo a llevar un avance visible de las habilidades.

El diseño de los tres módulos Montessori, Sobrepie y Música permitieron la evaluación correcta del desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas principalmente el equilibrio, control postural, la vista y el oído, además de fomentar la enseñanza lúdica didáctica en las aulas del Centro Infantil del Municipio

Seguir un tipo de metodología permitió seguir paso a paso el desarrollo del trabajo de titulación, usando el modelo en V en donde se estableció los requerimientos necesarios para el correcto desarrollo del juguete electrónico enfocándose principalmente en los parámetros de rendimiento como; Tipo de método de lectura, memoria RAM, serie de sensores, aplicación

amigable con el usuario, versión de tecnología bluetooth a utilizar, fuentes de alimentación, materiales de estructura física, así todos los requerimientos antes mencionados garantizaron un rendimiento óptimo.

Las pruebas de funcionamiento que se realizaron en el Centro Infantil del Municipio lograron establecer una evaluación del desarrollo de las habilidades en tiempo real, así mismo mediante la interfaz amigable con el usuario se pudo observar el incremento de los puntajes de calificación obtenidos por cada uno de los niños conforme empleaban el juguete electrónico, además el uso continuo del juguete aportó para el aprendizaje motriz de manera lúdica.

5.2 Recomendaciones.

Para el desarrollo de la investigación bibliográfica es recomendable usar fuentes de información comprobadas, se puede obtener información de revistas relacionados en el área de pedagogía, basado en la enseñanza, artículos científicos que se relacionan con la parte de medicina en los ámbitos de los sistemas a desarrollar, además es recomendable seguir a cabalidad los lineamientos de citas y referencias establecidos por las normas Apa en la versión seis.

La utilización de IDE de Arduino de código abierto permitió tener una ventaja considerable al no tener ningún tipo de restricciones de pagos de licencias por un tiempo de uso, lo cual permite tener un sistema innovador, didáctico, lúdico y libre de cualquier pago de licencia, además fue la base de la realización de los tres módulos, ya que permitió realizar una programación extensa pero comprensible, utilizando las librerías adecuadas de cada uno de los elementos, la llamada de variables correctas y con los diferentes métodos de desarrollo de software se logró cumplir las necesidades de cada uno de los módulos.

La selección de los diferentes tipos de sensores es recomendable realizarla con la ayuda de una investigación bibliográfica, para luego realizar pruebas de funcionamiento de los sensores, en este caso las pruebas de funcionamiento del sensor de vibración por separado fue un éxito pero al unir todos los sensores en la estructura se obtuvo demasiados errores, por lo que es importante probar los sensores en diferentes entornos y de diferentes maneras para que se consolide su utilización en el desarrollo del proyecto

La selección de los diferentes materiales para la estructura física del proyecto es recomendable realizarla con la ayuda de un experto que conozca la fabricación de juguetes o se encuentre en el desarrollo de los materiales que se pueden considerar, además se debe tener en cuenta para quien va dirigido el juguete para poder tener las precauciones adecuadas, conocer los beneficios o contras de usar cualquier alternativa de material.

App inventor permitió realizar una programación de bloques sencilla, aunque extensa teniendo como resultado una aplicación amigable con el usuario, una aplicación que soporta los dispositivos Android, lo cual es conveniente ya que en el centro infantil cuenta con 10 tablets con este sistema operativo, el manual de funcionamiento es didáctico y útil para un maestro que va a usar la aplicación por primera vez.

El importante el tiempo de juego autorizado por parte de la maestra ya que fue el más adecuado para que los niños usaran de una manera favorable el juguete electrónico, tiempo que permitió que los niños no muestren aburrimiento, cansancio o desdén.

La enseñanza lúdica – didáctica que se propuso con el juguete electrónico fue de gran acogida, la teoría que presenta Piaget se puso a perspectiva de la maestra en donde los niños

representaban los logros obtenidos expresándolos con acciones de júbilo al finalizar los módulos del juguete electrónico.

Bibliografía

- Platón. (1999). *Las Leyes*. Madrid: Gredos.
- Piaget, J. (1997). *Psicología del niño*. Madrid, España: Morata.
- Ponce, M. (2005). *Como Enseñar Mejor*. México: Paidós ibérica S.A.
- Crespillo, E. (Octubre de 2010). El juego como actividad de enseñanza-aprendizaje. *Estudios pedagógicos*, 14(68). Obtenido de http://www.gibalfaro.uma.es/educacion/pag_1663.htm
- Dragu, M., Dobrota, C., & Ploesteanu, C. (2011). The place, role and importance of motor games in the physical education lesson for secondary school pupils. 152-159.
- Chiva Óscar. (215). Actividad física y síndrome de down; El juego motriz como recurso metodológico. *Revista Digital de Educación Física*.
- Gil, J., & Chiva, O. (2014). *Una alternativa para el Young Athletes Program de Special Olympics*. Barcelona: INDE.
- Acuña, M. (s.f). *Estrategia lúdica virtual para la enseñanza de la educación ambiental en niños en edad preescolar*. Universidad de Santiago de Chile UNAB, Santiago de Chile.
- Lira, M., & Rodríguez, S. (1981). “estudio de los cambios en las competencias motrices humanas desde el nacimiento a la vejez, los factores que intervienen en estos cambios así como la relación con otros ámbitos de la conducta” (Quiroz, 2003, p. 9). *Infant Mental Health*, 2(1), 44-47. Obtenido de <http://www.cedep.info/document>
- Carvajal, M., Cruz, V., Cabal, M., Rivera, A., & Climent, C. (2006). *De la concepción a la adolescencia. Colección comportamiento y salud*. Santa Fe de Bogotá: Norma.
- Crain, G., & Dunn, W. (2007). *Understanding human development*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.
- Rodríguez, S. (Febrero de 2007). *Habilidades Motrices Básicas en los niños y niñas de cinco años de edad del Jardín de Infancia Eloy Paredes*. Universidad de los Andes, (Trabajo de Grado), República Bolivariana de Venezuela.
- Anglada, P. (2014). El autoentrenamiento vestibular y el juego espontáneo de equilibrio. Obtenido de <http://www.efdeportes.com/efd69/juego.htm>
- Grupo Mañana. (Julio de 2006). *Neuropsicología del color*. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd69/juego.htm>
- Correa, E. (2010). Los Beneficios de la Música. *Innovación y Experiencias Educativas*, 10.
- Munar, E., Rosselló, J., Mas, C., Morente, P., & Quetgles, M. (2002). El desarrollo de la audición humana. *Psicothema*, 247-254.
- Kendall, H., Kendall, F., & Wadsworth, G. (1986). *Músculos, prueba y funciones* (2º ed.). JIMS.
- Buitrago, O., & Amaya, B. (2001). Educación personalizada, una modalidad educativa. *Ciencias Humanas*(26).
- Mónica. (26 de Noviembre de 2012). *Las hermanas Agazzi*. Obtenido de <http://carolinayrosaagazzi.blogspot.com/>
- Sosa, S. P. (2013). *Enfermedades más comunes que afectan el proceso de aprendizaje de niños de 3 a 5 años del “centro infantil colores”*. *Propuesta de un manual de prevención y referencia dirigido a padres y maestros*. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Torres, M., & Paz, K. (2014). *Tamaño de una muestra para una investigación de mercado*. Universidad Rafael Landívar. Obtenido de http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf
- Llamas, L. (6 de Julio de 2015). *Medir vibración con arduino y sensor SW-18020P*. Obtenido de <http://www.luisllamas.es/2015/07/medir-vibracion-con-arduino-y-sensor-sw18020p/>

- Kishinchand, D.-R. (2012). *Desarrollo e implementación de procedimiento para la determinación experimental del factor de amortiguamiento de estructuras en ingeniería civil*. Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Escuela de Ingenieros Industriales y Civiles .
- Bouziane, H. (s.f.). *Diseño e implementación de un acelerómetro, velocímetro móvil digital Controlado por un PIC de MICROCHIP*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- R. I Rincon-Jara*, R. A., & Mireles, J. (Septiembre de 2010). Análisis y caracterización de un acelerómetro capacitivo fabricado con tecnología polymump's. *Superficies y Vacío*, 23(3).
- Monje, D. (2010). *Conceptos electrónicos en la medida de la aceleración y la virbación*. Universidad de Sevilla.
- Acevedo, W. (2004). *Acelerómetro. Principios y aplicación del sensor de aceleración empleando la tecnología MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems)*. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones , Bucaramanga.
- Delég, M. (s.f.). Tecnología LED. *Electrónica digital*.
- Herrado, R. E. (13 de Noviembre de 2009). Guía de Usuario de Arduino. *I.T.I. Sistemas*.
- Arenas, M. (2014). Arduino, el cerebro de la Smart City. Obtenido de <http://www.smartscities.com/index.php/tecnologia/item/124-arduino-el-cerebro-de-la-Arduino>.
- Universidad Politécnica de Caratgena . (s.f.). *CRAI Biblioteca* . Obtenido de <http://www.bib.upct.es/licencias-creative-commons>
- Martínez, F. (3 de Febrero de 2015). *openwebinars*. Obtenido de <https://openwebinars.net/tutorial-arduino-ide-arduino/>
- Maocho, F. (2012). *Arduino, Instalar el entorno de desarrollo de programas IDE*. Obtenido de <https://felixmaocho.wordpress.com/2012/12/18/arduino-3o-instalar-el-entorno-dedesarrollo-de-programas-de/>
- Blázquez, J. P. (s.f.). *Introducción a los sistemas de comunicación inalámbrico*. Universidad de Cataluña, España. Obtenido de [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_1\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf)
- Prieto, J. (2013). *Introduccion a los sistemas de comunicación inalámbrica*. Obtenido de [http://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_1\).pdf](http://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf)
- Prieto, J., Ramírez, R., Morillo, J. D., & Domingo, M. (s.f.). *Tecnología y desarrollo en dispositivos móviles*. Universidad Abierta de Cataluña, España.
- Quintana, J. (2012). *Funcionamiento Bluetooth*. Obtenido de <http://www.maismedia.com/q/redes/bluetooth/como.html>
- López, C., & Cofré, C. (2012). *Estándar de comunicación inalámbrica*. Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Electrónica.
- Castellano, A. R. (2012). *Bluetooth. Introducción a su Funcionamiento*. Universidad Pontificia Comillas, Escuela Técnica Superior de Ingeniería - ICAI.
- Arce, J., Figueroa, M., Mathieu, E., Rodríguez, S., & Valenzuela, I. (2013). *Sistemas Bluetooth*. Universidad de Concepción , Departamento de ingeniería industrial.
- Fernando, W. (15 de Febrero de 2006). *WifiWorld*. Obtenido de <http://wifeworld.blogspot.com/2006/02/ventajas-y-desventajas-de-wifi.html>
- Carrión, L., Ochoa, D., & Válverde, J. (2009). *Análisis de funcionamiento del sensor de fuerza resistivo (FSR) con LabVIEW*. UPS, Cuenca.

- Cordero, F., Barrios, E., Alessandri, V., & Cárdenas, P. (Julio de 2015). *Slideplayer*. Obtenido de <http://slideplayer.es/slide/5714958/>
- Bon, C. (29 de Marzo de 2012). *Slidershare*. Obtenido de http://es.slideshare.net/camilabon/sensor-de-presin-fsr?next_slideshow=1
- Arduino. (2016). *Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>
- Rúben, J. (21 de Febrero de 2014). *Geekfactory*. Obtenido de <http://www.geekfactory.mx/radio/bluetooth-hc-05-y-hc-06-tutorial-de-configuracion/>
- Rojas, E. (13 de Marzo de 2016). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/ve8cykme31sz/sensorde-presion/>
- Molina, A. (2015). *Diseño e implementación de un prototipo de gafas electronicas para personas no videntes*. Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de ingeniería, Riobamba.
- Nares, C. (16 de Febrero de 2015). *Hetpro*. Obtenido de <http://hetprostore.com/TUTORIALES/sensor-de-fuerza-o-presion-mf01/>
- Zabala, G. (2007). *Robótica* (1era ed.). Banfield, Lomas de Zamora: Gradi.
- Piaget, J. (2001). *Pedagogía y Psicología*. Barcelona: Grupo Planeta.
- Velazco, A. (2 de Marzo de 2011). *Pedago guía*. Obtenido de <http://pedagoguia.blogspot.com/2011/03/metodos-de-ensenanza.html>
- Pérez, C., & Ruiz, M. E. (Enero de 2010). Estrategias ludicas aplocando el modelo den Van Hiele como una alternativa para la enseñanza de la geometria. (*Tesis de Grado*). Universidad de los Andes, Republica Bolivariana de Venezuela.
- Educación Física. (23 de Abril de 2004). *abc*. Obtenido de <http://www.abc.com.py/articulos/los-juegos-motores-756551.html>
- Bianchi, E. (s.f.). Pedagogía lúdica. Teoría y Praxis una contribución a la causa de los niños. Obtenido de : http://www.proyectoludonino.org/Pedagogia_Ludica/index.htm
- Delval, J. (2006). *El Desarrollo Humano*. Madrid: Siglo XXI.
- Escribá, A. (2002). *Sindrome de Down. Propuestas de intervención* . Madrid: Gymnos.
- Yankovic, B. (s.f). Organización del sistema nervioso. Integración neuroendocrina . Madrid: RBA Libros.
- Martín, A. M. (2002). Bases Neurofisiológicas del Equilibrio Postural. .
- Escolar, L. (21 de Agosto de 2012). *Sensor vibración miniatura Arduino prototipos*. Obtenido de <http://infoind-etsid-upv.blogspot.com/2012/08/sensor-vibracionminiatura-arduino.html>
- Torrente, Ó. (2013). *Arduino. Curso práctico de formación*. México: Alfaomega.
- Andrade, V., & Ante, A. (2010). *Las estrategias lúdicas en el proceso enseñanza aprendizaje en los niños y niñas de los primeros años de educación básica de las instituciones educativas“ dario egas grijalva”, “abdon calderon” y “manuel.j.bastidas” de la cuidad de san gabriel provincia*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Ortega, C., Roque, D. d., & Úbeda, L. E. (2008). *Zigbee*. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultade de electrónica y computación .
- Zapata, O. (1989). *Juego y aprendizaje escolar. Perspectiva psicogenética*. México D.F: Pax México.
- Babinsky, J. (1899). De l'asynergie cérébelleuse. *Rev Neurol*, 7, 806-816.
- Sanhueza, A. (s.f.). *Blogspot*. Obtenido de <http://sensoresdepresion.blogspot.com/2009/05/sensores-de-presion.html>
- Fraile, N. (2012). *El Equilibrio y su Proceso de Aprendizaje*. España.
- Flores, S. (Junio de 2015). *La Estimulación Vestibular y el Desarrollo del Equilibrio en los Niños/as con Deficiencia Auditiva de 4 a 5 Años de Edad en el Instituto de Educación Especial Pastaza*. Ambato, Ecuador.

- OptimusTronic. (27 de Junio de 2008). *Proyectos electrónicos*. Obtenido de <http://proyectoselectronics.blogspot.com/2008/06/sensor-infrarrojo-controlando-unmotor.html>
- Sarmiento, E. (2009). *Diseño e implementación de un prototipo de asistente de hogar, caso práctico aspiradora autónoma*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Ambato.
- González, E., & Martell, D. (2010). *Trabajo de sensores: sensor infrarrojo*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, México.
- Martínez, S. (2014). Evolución de Arduino. Obtenido de <http://es.slideshare.net/witwicky/tipos-de-arduino-y-sus-caracteristicas>
- Martínez, K. (24 de Octubre de 2012). *Electrónica básica*. Obtenido de <http://laeletronicabasica.blogspot.com/2012/10/electronica-basica-nacido-comosimple.html>
- Engst, A., & Fleishman, G. (2009). *Introducción a las Redes Inalámbricas*. New York.
- Acosta, M. (2006). *Estudio el estandar IEEE 802.15.4 "ZIGBEE" para comunicaciones inalámbricas de área personal de bajo consumo de energía y su comparación con el estandar IEEE 802.15.1 "BLUETOOTH"*. Escuela Politécnica Nacional, Escuela de ingeniería, Quito.
- Medina, A., & Salvador, F. (2012). *Didáctica general*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Scolari. (2011). *Imaginario en formación: aprendiendo a pensar al otro en un colegio de élite de Quito*. Quito: FLACSO.
- Campo, L., Jiménez, P., Maestre, k., & Paredes, N. (2011). *Características del desarrollo motor en niños de 3 a 7 años de la ciudad de barranquilla*. Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.
- Huizinga, J. (1987). *El Elemento Lúdico en la Cultura*. Madrid: Alianza Editorial S.A.
- Carrasco, J. (2004). *Técnicas y recursos para el desarrollo de las clases*. Madrid, España: RIALP S.A.
- Navarro, N. (12 de Noviembre de 2013). *Valorando la Educación Física y Artística*. Obtenido de http://leecolima.net/col_col/deporte_doc/archivo/?p=310
- Navarrete, J. (2015). *Prototipo G.T.S.B-I (Guante traductor de señas básicas), para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Martínez, H. (2010). *Sistema bluetooth para el control de dispositivos*. Universidad Politécnica de Navarra, Escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicaciones.
- Ramírez, K. (s.f.). *App Inventor*. Universidad de Costa Rica, Escuela de Ciencias de la Computación e Informática, Costa Rica.
- Aguilera, A. (2 de Septiembre de 2015). *Que tanto sabemos de APP Inventor*. Obtenido de <http://qtsappinventor.blogspot.com/2015/09/ventajas.html?view=mosaic>
- Calendamaia. (10 de Enero de 2014). Obtenido de <http://www.genbetadev.com/herramientas/eclipse-ide>
- Martínez, J. V. (11 de Abril de 2014). *Conceptos, características, ventajas y desventajas de los IDE*. Obtenido de https://prezi.com/8_lkuuyre_nm/conceptos-caracteristicasventajas-y-desventajas-de-los-i/
- Electrónica- Teoría y Práctica. (2 de Abril de 2012). *Electrónica- Teoría y Práctica*. Obtenido de Electrónica- Teoría y Práctica: <http://electronicateoriaypractica.com/transistor-darlington/>
- unicrom. (2015 de Noviembre de 16). *Electrónica Unicrom*. Obtenido de Unicrom: <http://unicrom.com/transistor-darlington/>
- Huembes, C. A., Roque, D. d., & Sequeira, L. E. (28 de Julio de 2008). *Trabajo de Técnicas de Alta Frecuencia*. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Electrotecnia y Computación, Magua.

- Ruben, J. (21 de Febrero de 2014). *GeekFactory* . Obtenido de Bluetooth HC-05 y HC-06 Tutorial de Configuración: <http://www.geekfactory.mx/tutoriales/bluetooth-hc-05-yhc-06-tutorial-de-configuracion/>
- Transductor. (14 de Octubre de 2015). *Robologs*. Obtenido de Tutorial de Arduino y MPU-6050: <http://robologs.net/2014/10/15/tutorial-de-arduino-y-mpu-6050/>
- Rduinostar. (29 de Octubre de 2012). *RDUINOSTAR*. Obtenido de rduinostar.com/documentacion/general/resistencias-pull-up-y-pull-down/
- Bustamante, G. (Julio de 2011). Aproximación al muestreo estadístico en investigaciones científicas. . *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 10, 3.
- Gravillon, i. (4 de Febrero de 2015). *conmishijos*. Obtenido de <http://www.conmishijos.com/educacion/comportamiento/por-que-a-los-ninos-lesgustan-los-animales/>
- CEDEP. (Agosto de 2010). El desarrollo de niños y niñas de 4 a 10 años. *Tiempo de CrecerGuía para la familia*, 136.
- Grelet, C. (Octubre de 2000). El juego entre el nacimiento y los 7 años: un manual para ludotecarias. *Investigación-acción sobre la familia y la primera infancia*.
- Torrente, O. (s.f.). *ARDUINO Curso práctico de formación, ARDUINO Curso práctico de*. Madrid: es.
- MEESTORE. (23 de Abril de 2014). *mecro.wordpress*. Obtenido de <https://mecro.wordpress.com/2014/04/23/leds-12v-con-arduino-y-pir/> Donate,
- A. H. (2012). *Electrónica Aplicada*. Barcelona: Marcombo.
- J. M., M. T., D. V., & K. N. (4 de Marzo de 2009). *Sensor Infrarrojo con Microprocesador dsPIC30F4013*. Obtenido de <http://serverdie.alc.upv.es/asignaturas/PAEEES/2008-09/Sensor%20Infrarrojo%20-%20Grupo%20Naranja.pdf>
- Ecommerce Mexico. (s.f.). *Tiras Led Iluminación*. Obtenido de tiraslediluminacion.com.mx/blog/noticias/302-que-son-las-tiras-led-y-comofuncionan
- Llamas, L. (24 de Julio de 2015). *Ingeniería, Informática y Diseño*. Obtenido de [Detector de Movientos con Arduino y Sensor PIR: https://www.luisllamas.es/detector-demovimiento-con-arduino-y-sensor-pir/](https://www.luisllamas.es/detector-demovimiento-con-arduino-y-sensor-pir/)
- Electrónica Unicrom. (27 de Mayo de 2015). *unicrom*. Obtenido de [Amplificadores - Amplificación: http://unicrom.com/amplificadores-amplificacion/](http://unicrom.com/amplificadores-amplificacion/)
- Arduino. (24 de Marzo de 2015). *aprendiendoarduino.wordpress*. Obtenido de [Arduino: https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/24/simulador-arduino/](https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/24/simulador-arduino/)
- PROMETEC. (Enero de 2017). *prometec*. Obtenido de [Los sensores PIR: www.prometec.net/sensor-pir](http://www.prometec.net/sensor-pir)

ANEXO 1. OBSERVACIÓN DIRECTA**FICHA DE OBSERVACIÓN**

Fecha:...../..... /.....

Paralelo:

ASPECTOS A OBSERVAR:**6. EXISTENCIA DE HERRAMIENTAS PARA DESARROLLAR HABILIDADES MOTRICES**

SI

NO

7. HERRAMIENTAS PARA DESARROLLAR HABILIDADES MOTRICES

| TRADICIONALES | DIDÁCTICAS | TECNOLÓGICAS |
|---------------|------------|--------------|
| | | |

3. DOCENTE EN RELACIÓN CON LOS ALUMNOS

| | SI | NO | OBSERVACIONES |
|---|----|----|---------------|
| a) Las herramientas con los que trabaja el profesor son actualizados con respecto a las habilidades motoras, el sentido de la vista y del oído, | | | |
| h) El docente utiliza diversos métodos, técnicas y/o estrategias apropiadas para el aprendizaje de las habilidades motoras, el sentido de la vista y del oído | | | |
| i) Delegar participación por parte del profesor | | | |

3. ALUMNOS CON RESPECTO A LAS ACTIVIDADES

| | BUENO | MUY BUENO | MALO |
|---|-------|-----------|------|
| d) Grado de participación del alumno | | | |
| g) Interés por realizar las actividades | | | |

Descripción de aspectos relevantes del desempeño:

4. ASPECTO DE LA CLASE

| | DESCRIPCIÓN |
|----------|-------------|
| COLORES | |
| ANIMALES | |
| FIGURAS | |

ANEXO 2. ENCUESTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería de Ciencias Aplicadas

Encuesta dirigida a maestros/as de Inicial 2 de Centros Infantiles de La Ciudad de Ibarra.

Se presenta diferentes preguntas relacionadas al aprendizaje-enseñanza lúdica, el desarrollo de las habilidades motoras gruesas básicas como el equilibrio, Control postural, Sistema Nervioso y Vestibular como Vista, Colores, Audición, Serenidad y control.

Indicaciones: Marcar con una **X** la respuesta a su consideración

1. ¿Sabe usted de que se trata la enseñanza lúdica y como se la desarrolla?

Si () No () Como _____

2. En un rango del 1 al 5 siendo 1 muy bajo y 5 muy alto ¿Con qué frecuencia a los niños se les permite aprender jugando?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

3. ¿Aplica usted métodos lúdicos de estimulación que beneficie al desarrollo de las habilidades motrices básicas de los niños/as?

Si () No () Métodos Tradicionales () Métodos Tecnológicos ()

4. ¿En las aulas existen herramientas tecnológicas aptas y de acuerdo a la edad del niño/a para aportar a la estimulación de las habilidades motoras básicas?

Si () No () Cuales _____

5. Cree usted que es importante contar con herramientas lúdicas tecnológicas para que los niños/as puedan desarrollar sus aptitudes motoras básicas

Si () No () ¿Por qué? _____

6. ¿Estaría dispuesta/o a implementar una nueva herramienta de enseñanza-aprendizaje en su guía curricular que se base en un juego electrónico con el cual los niños puedan desarrollar de mejor manera las habilidades motoras gruesas como el equilibrio, el control postural, el sistema nervioso y vestibular?

Si () No ()

ANEXO 3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE VIBRACIÓN

Los sensores de vibración se activan al momento de realizar un “movimiento” en su área de fricción, enviando una señal y emitiendo otra señal al momento de que el sensor deje de ser manipulado, es decir dos estados. Por este motivo para probar el funcionamiento inicial de los sensores se realizó varias pruebas de funcionamiento simulando la acción de los sensores de presión hasta concluir con el diseño final del circuito en baquelita.

3.1 Primera Prueba

Para la simulación se usó:

Resistencias de $1K\Omega$, Pulsadores, Cables tipo macho, Placa Electrónica Arduino , Software de simulación Arduino, Cable USB

3.2 Conexión de los elementos electrónicos en protoboard.

Se realizó una conexión de resistencia en PULL-DOWN en donde se establece que cuando está cerrado el PIN se pone a HIGH, y la intensidad que circula se ve limitada por esta resistencia. Cuando el pulsador es presionado se tendrá un valor de 1.



Figura 163. Circuito en protoboard pruebas de funcionamientos con pulsadores

Fuente: Autoría

Al presionar un pulsador obtenemos una señal.

- Al iniciar la prueba

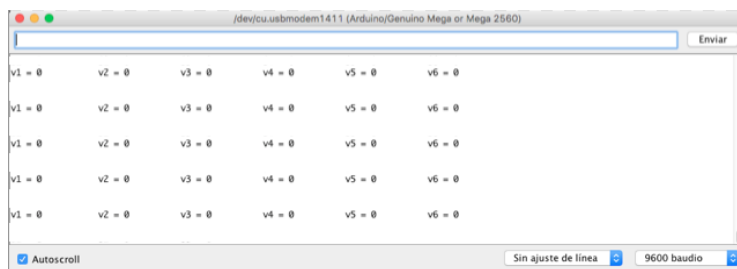


Figura 164. Resultados del terminal del inicio de la simulación
Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 1

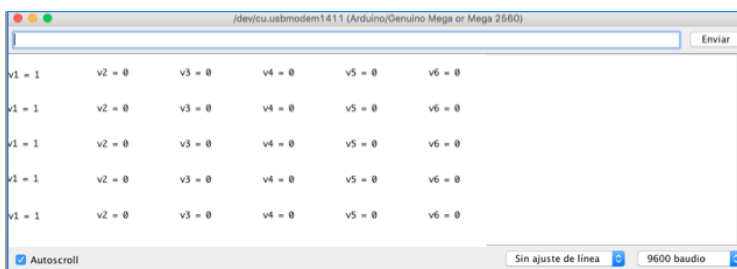


Figura 165. Resultados del terminal de presionar el sensor 1
Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 2

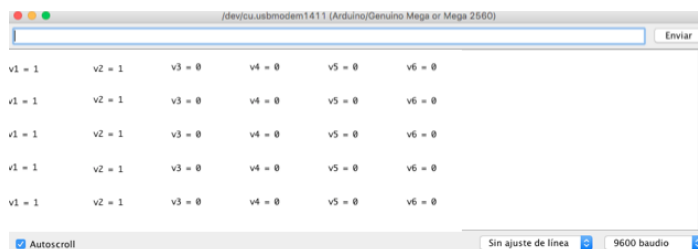


Figura 166. Resultados del terminal de presionar el sensor 2
Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 3

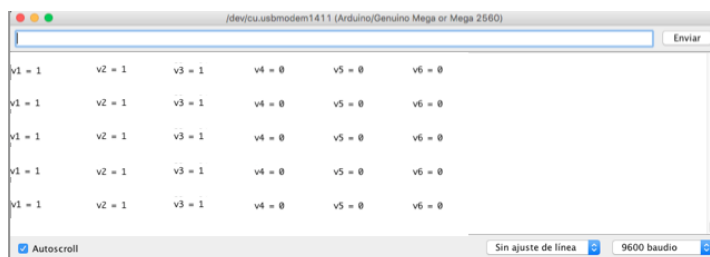


Figura 167. Resultados del terminal de presionar el sensor 3
Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 4

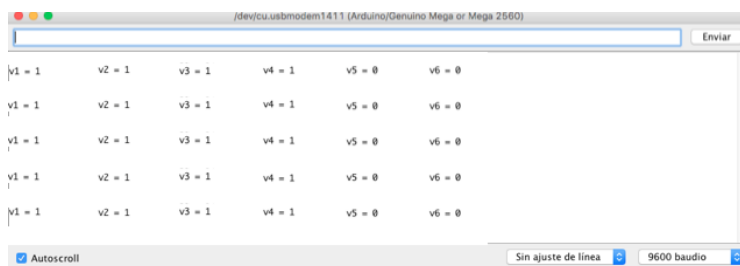


Figura 168. Resultados del terminal de presionar el sensor 4

Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 5

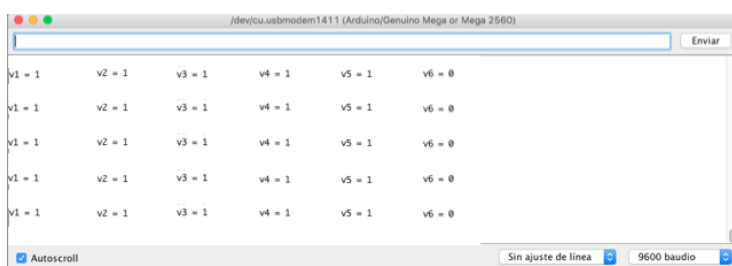


Figura 169. Resultados del terminal de presionar el sensor 5

Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 6



Figura 170. Resultados del terminal de presionar el sensor 6

Fuente: Autoría

- Al finalizar la prueba



Figura 171. Resultados del terminal de la finalización de la simulación

Fuente: Autoría

Al finalizar las pruebas y observar el correcto funcionamiento de los sensores de vibración con los elementos electrónicos seleccionados se puede realizar el circuito en baquelita.

ANEXO 4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE PRESIÓN

Los sensores de presión se activan al momento de realizar presión en su área de goma, enviando una señal y emitiendo otra señal al dejar de presionarlo, es decir dos estados. Por este motivo para probar el funcionamiento inicial de los sensores se realizó varias pruebas de funcionamiento simulando la acción de los sensores de presión, hasta concluir con el diseño final del circuito en baquelita.

4.1 Primera Prueba

Para la simulación se usó:

Resistencias de $1K\Omega$, Pulsadores, Cables tipo macho. Placa Electrónica Arduino, Software de simulación Arduino, Cable USB

4.2 Conexión de los elementos electrónicos en protoboard.

Es importante realizar pruebas iniciales en protoboard para que de esta manera se pueda realizar mediciones de voltaje y corriente, además de que se ponga a prueba la conexión de los elementos electrónicos.

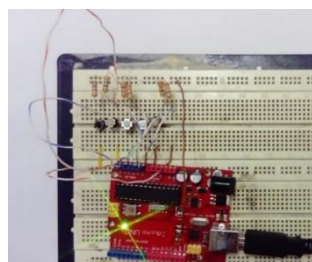


Figura 172. Circuito en protoboard pruebas de funcionamientos con pulsadores

Fuente: Autoría

Se realizó una conexión de resistencia en PULL-DOWN en donde se establece que cuando está cerrado el PIN se pone a HIGH, y la intensidad que circula se ve limitada por la resistencia. Cuando el pulsador es presionado se tendrá un valor de 1. Simulando de esta manera la acción de los sensores de presión.

Al presionar un pulsador obtenemos una señal, cambiando de estado de 0 a 1 mostrando el cambio de estado en la pantalla. Para este resultado se usó el terminal de Arduino que permite monitorear el funcionamiento correcto de las resistencias en PULL-DOWN.

- Al iniciar la prueba

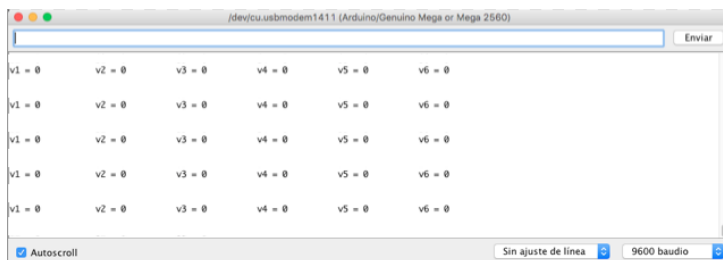


Figura 173. Resultado al iniciar la prueba

Fuente: Autoría

- Presionar Pulsador 1

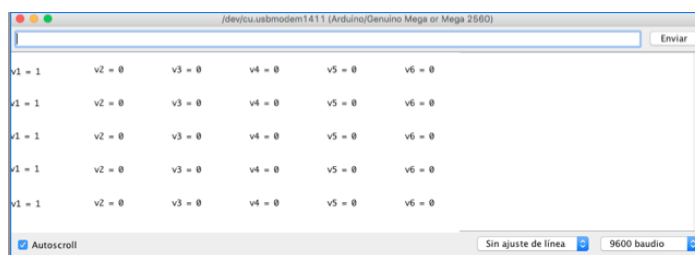


Figura 174. Resultado al presionar el pulsador 1

Fuente: Autoría

- Presionar Pulsador 2



Figura 175. Resultado al presionar el pulsador 2

Fuente: Autoría

- Presionar Pulsador 3

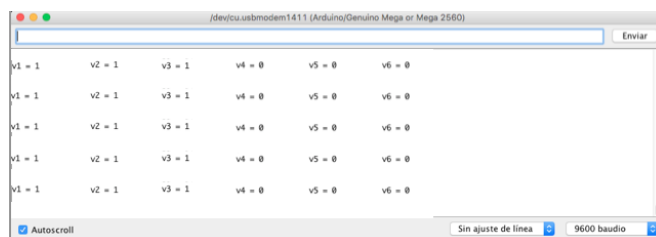


Figura 176. Resultado al presionar el pulsador 3

Fuente: Autoría

- Presionar Pulsador 4

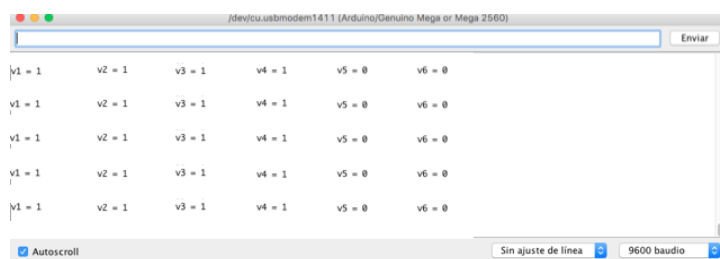


Figura 177. Resultado al presionar el pulsador 4
Fuente: Autoría

- Presionar Pulsador 5

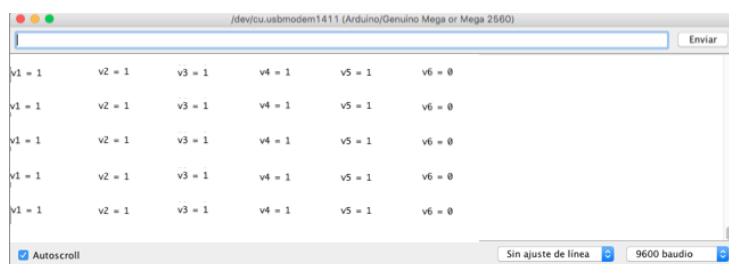


Figura 178. Resultado al presionar el pulsador 5
Fuente: Autoría

- Presionar Pulsador 6

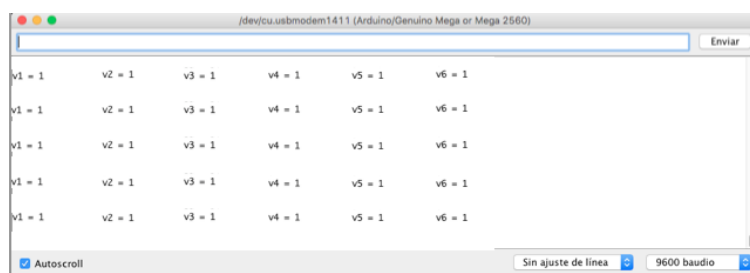


Figura 179. Resultado al presionar el pulsador 6
Fuente: Autoría

- Al finalizar la prueba

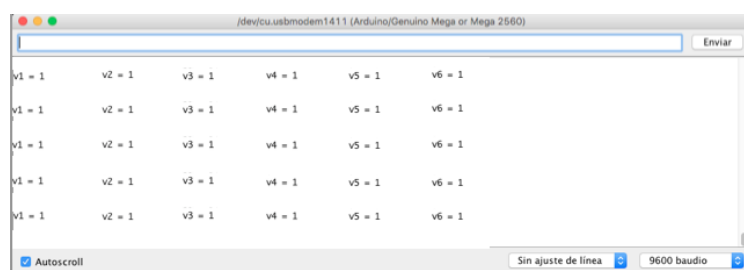


Figura 180. Resultado al finalizar la prueba
Fuente: Autoría

Se realizó una segunda prueba reemplazando las resistencias por los sensores de presión, para establecer el funcionamiento y resultado de los sensores de presión.

Para la simulación se usó:

Resistencias de $1K\Omega$, Sensores de presión, Cables tipo macho, Borneras, Placa Electrónica Arduino, Software de simulación Arduino, Cable USB, Baquelita con pistas

4.3 Conexión de los elementos electrónicos

Se realizó una baquelita inicial para observar el funcionamiento de los sensores de una manera precisa, ya que las galgas de los sensores son delicadas y al colocarlas en el protoboard sufren cortes en las patas de las galgas, esto causa el mal funcionamiento o daño completo del sensor.



Figura 181. Conexión de los sensores de presión en baquelita
Fuente: Autoría

Con la ayuda de las borneras en la baquelita, el retirar y colocar las extensiones de cable de las galgas de los sensores se torna práctico y recomendable para el cuidado de los sensores.



Figura 182. Pruebas de la conexión de los sensores en la estructura
Fuente: Autoria

Al presionar un sensor obtenemos una señal indicando que sensor fue pulsado y la resistencia que se aplica al sensor, usando de la misma manera el terminal de Arduino.

Al presionar el sensor se tendrá el valor de 1, y abajo de este valor se puede observar la resistencia expresada como voltaje v que se aplica al sensor al aplastar su parte de goma, y al dejar de aplastar la parte de goma el valor cambiará a 1, para saber que el sensor si fue presionado. Esta prueba se la realizó con los niños como se muestra en las figuras 183 y 184 respectivamente.



Figura 183. Prueba de sensor con niño de 6 años

Fuente: Autoría



Figura 184. Prueba de sensor con niño de 3 años

Fuente: Autoría

Al realizar las pruebas con los niños se tiene los siguientes resultados en el terminal de Arduino.

- Al iniciar la prueba

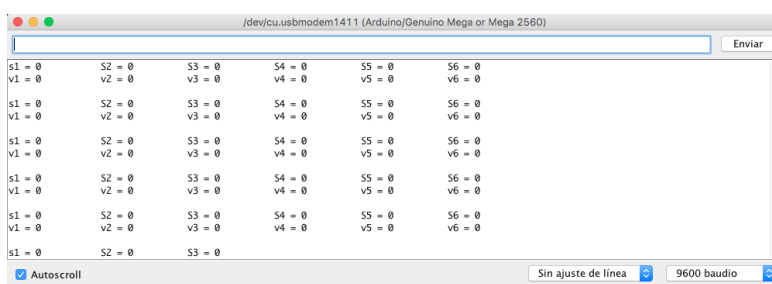


Figura 185. Resultado al iniciar la prueba

Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 1

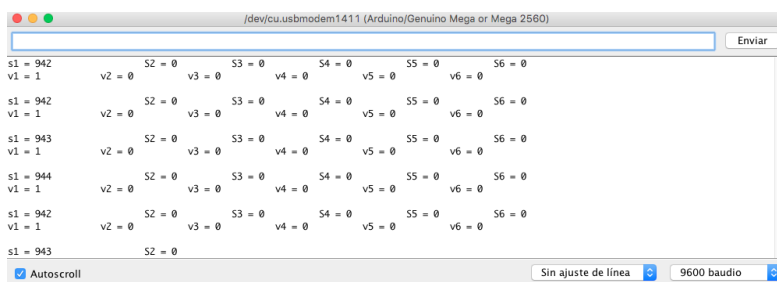


Figura 186. Resultado al presionar el sensor 1
Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 2

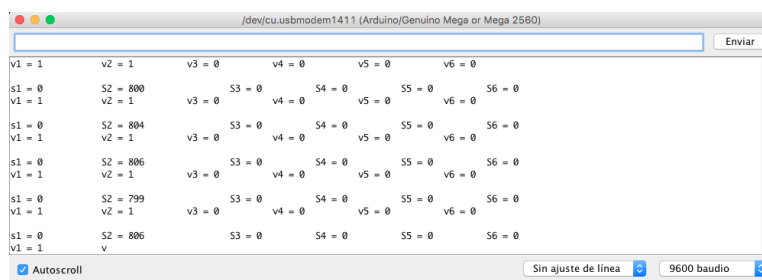


Figura 187. Resultado al presionar el sensor2
Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 3

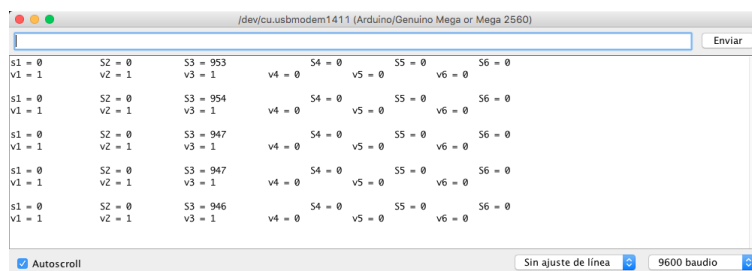


Figura 188. Resultado al presionar el sensor 3
Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 4

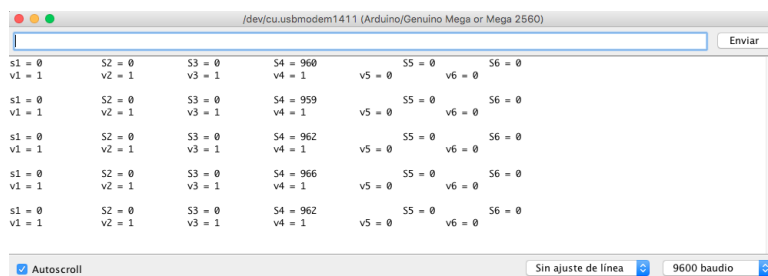


Figura 189. Resultado al presionar el sensor 4
Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 5

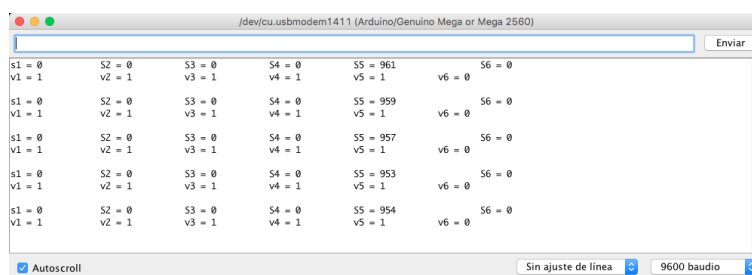


Figura 190. Resultado al presionar el sensor 5

Fuente: Autoría

- Presionar Sensor 6

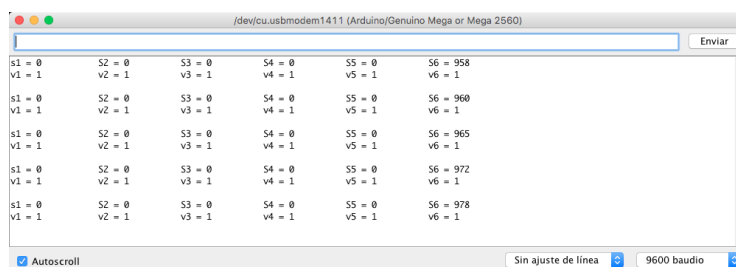


Figura 191. Resultado al presionar el sensor 6

Fuente: Autoría

- Al finalizar la prueba

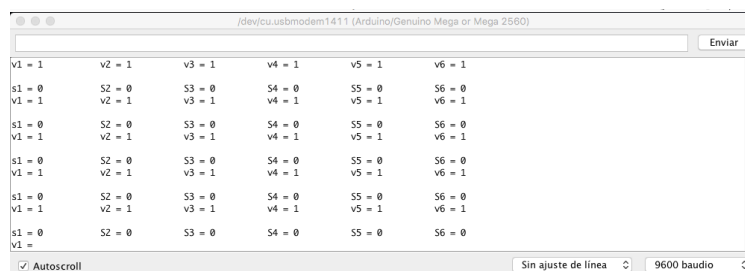


Figura 192. Resultado al finalizar la prueba

Fuente: Autoría

ANEXO 5. EDICIÓN DE PISTAS DE AUDIO

Para la edición de las pistas de audio se usó los siguientes elementos

- Adobe Audición CC: Editor de pistasConsola de Sonido
- Ordenado
- Micrófono

Todos estos elementos ayudaron a la grabación y edición de las pistas que se reproducirán durante el juego, además de la ayuda de un experto en edición de sonido se procedió a definir los sonidos adecuados que se reproducirán durante la ejecución de cada uno de los módulos.

Se presenta un listado de los audios que se emplearán en cada uno de los módulos.

- Inicio de Juego: Sonido de bienvenida
- Módulo Montessori: Sonido de inicio
- Módulo Sobrepie: Sonido de inicio y Sonido de tiempo de fin 4s
- Módulo Música: Sonido de inicio y Sonido/música

5.1 Adobe Audition CC

Es un software desarrollado por Adobe para la creación y edición de audio digital enfocado al ámbito profesional, grabación de podcast, programas radiofónicos. Este software cuenta con herramientas avanzadas que permiten mezclar, grabar y editar pistas de calidad. La edición puede ser dirigida para archivos individuales o sistemas de edición multipista, en donde se puede mezclar archivos provenientes de diferentes fuentes sonoras con la finalidad de añadirlas a una determinada línea de tiempo, al igual que tareas comunes como grabación a través de un micrófono, extracción de pistas de CD, etc. (Adobe, 2017) En la figura se muestra la pantalla de edición de Adobe Audition CC, se encuentra la pista del inicio del juego electrónico incorporada para la edición.



Figura 193. Pantalla de edición de Adobe Audition CC
Fuente: Autoría

Un experto en edición de audios inicia el proceso de edición en el programa Adobe Audition CC probando la grabación a través del micrófono.



Figura 194. Prueba de programa de edición de audios
Fuente: Autoría

Es importante probar el volumen del micrófono para que el audio grabado y las pistas de fondo se escuchen de manera apropiada, sin ningún sonido externo o juego de volumen.



Figura 195. Prueba de micrófono
Fuente: Autoría

Se grabó audios que dan inicio a los módulos Montessori, Sobrepie y Música, los cuales el experto en edición de audios modificó con pistas para tener un resultado óptimo.



Figura 196. Grabación de los audios
Fuente: Autoría

ANEXO 6. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL ACELERÓMETRO

Las pruebas de funcionamiento del acelerómetro se las realizaron para calibrar el acelerómetro, dar un rango de medición y establecer la posición del acelerómetro en el niño.

Para establecer como se considera una pérdida de equilibrio en la caminata de un niño de 3 a 6 años, se realizó una encuesta rápida a la profesora del Centro Infantil. La cual se muestra a continuación

6.1 Encuesta dirigida a maestros/as de Inicial de Centros Infantiles de La Ciudad de Ibarra.

Con respecto al equilibrio

1. ¿Los niños a la edad de 3 años son capaces de tener un equilibrio formado?

SI

2. ¿Del 1 al 10 si los niños de 3 años caminan sobre un dibujo en el piso de una línea recta, su desenvolvimiento cuan adecuado es?

8

3. De acuerdo a la pregunta 2. ¿Realiza la acción sin ningún problema? ¿Del 1 al 10 q tan bien lo hace?

8

4. ¿Y si pierde el equilibrio durante el desarrollo del juego, que acción es considerada como errónea?

- Salirse de la línea
- El cuerpo se dirige hacia los lados bruscamente
- Su cuerpo se dirige hacia atrás o adelante

- Otras

Con respecto al equilibrio

1. Los niños a la edad de 6 años son capaces de tener un equilibrio formado ¿?

SI

2. Del 1 al 10 si los niños de 6 años caminan sobre un dibujo en el piso de una línea recta, ¿su desenvolvimiento es adecuado?

10

3. De acuerdo a la pregunta 2. ¿Realiza la acción sin ningún problema? ¿Del 1 al 10 q tan bien lo hace?

10

4. ¿Y si pierde el equilibrio durante el desarrollo del juego, que acción es considerada como errónea?

- **Salirse de la línea**

- El cuerpo se dirige hacia los lados bruscamente
- Su cuerpo se dirige hacia atrás o adelante
- Otras

Nota: los niños de 4,5 y 6 cuentan con características de pérdida de equilibrio similar, por lo que se los puede considerar en un solo bloque de evaluación para las preguntas antes planteadas.

Con las respuestas de la profesora se llega a la conclusión de que los niños/as de 3 años pierden el equilibrio al momento de dirigir el cuerpo hacia los lados de manera brusca, por lo que esta acción se considera como un error al momento de evaluar y calibrar el acelerómetro. Para los niños/as de 6 años se considera un desequilibrio el salirse de la línea, por lo que en este caso se relacionará la evaluación del acelerómetro con los sensores de presión.

6.2 Primera Prueba

Para la simulación se usó:

Acelerómetro mpu2560, Cables tipo macho, Módulo Bluetooth, Placa Electrónica Arduino Nano, Software de simulación Arduino, Cable USB

6.3 Conexión de los elementos electrónicos en protoboard.

Es importante realizar pruebas iniciales en protoboard para que de esta manera se pueda realizar mediciones de voltaje y corriente, además de que se ponga a prueba la conexión de los elementos electrónicos.



Figura 197. Circuito en protoboard de la conexión del acelerómetro

Fuente: Autoría

5.4 Calibración del acelerómetro

La calibración del acelerómetro es muy importante, ya que de esta característica depende el módulo Montessori. Se realizaron dos pruebas, la primera para establecer un rango empírico y la segunda para verificar o modificar este valor.

5.4.1 Primera prueba de calibración del acelerómetro. El acelerómetro se encuentra en posición perpendicular con respecto al eje y de la tierra, simulando a la caminata correcta de los niños, es decir sin tener ningún error de desequilibrio.

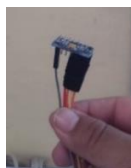


Figura 198. Posición perpendicular al eje y de la tierra

Fuente: Autoría

El acelerómetro es puesto de manera paralela al eje y de la tierra, simulando errores de desequilibrio en la caminata de los niños, un desequilibrio para la derecha o para la izquierda.

6.4.1.1. Derecha

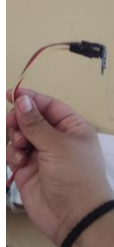


Figura 199. Posición paralela al eje y de la tierra (Der.)

Fuente: Autoría

6.4.1.2 Izquierda



Figura 200. Posición paralela al eje y de la tierra (Izq.)

Fuente: Autoría

6.4.2 Segunda prueba de calibración del acelerómetro. Se tomó en cuenta varios aspectos para establecer la posición del Sistema Equilibrio en el cuerpo del niño, ya que el acelerómetro es el encargado de evaluar si existe o no desequilibrio, los cuales son:

- Una extremidad del niño que no se mueva demasiado
- Una extremidad del niño que no realice movimientos bruscos hacia abajo o arriba
- Una extremidad del niño a la cual sea fácil de colocar el Sistema Equilibrio.

Es de esta manera que el tórax del niño es el adecuado, ya que es la extremidad del cuerpo que más se acomoda a las necesidades.



Figura 201. Posición del acelerómetro en el cuerpo del niño

Fuente: Autoría

Una vez establecía la posición del Sistema Equilibrio, se pasó a realizar las pruebas del rango de calibración del acelerómetro. Por lo cual se evaluó la caminata y errores del niño.

6.4.2.1 Caminar en línea recta. El niño camina en línea recta a través del cuello de la estructura de la jirafa.



Figura 202. Caminata del niño en línea recta

Fuente: Autoría

Para monitorear el funcionamiento del acelerómetro durante la caminata del niño es necesario interactuar con la aplicación **BlueTerm**, la cual es un emulador de terminal para conectarse al dispositivo con puerto serial mediante un adaptador bluetooth en el Sistema Equilibrio. Una programación sencilla que permita verificar los rangos de calibración del acelerómetro, la nomenclatura se presenta en la Tabla 68.

Tabla 68. Nomenclatura de los caracteres enviados y recibidos

| Caracteres y Respuestas | Significado |
|-------------------------|------------------------|
| A | Inicio de senso |
| B | Fin de senso |
| 0 | No tiene errores |
| 3 | Tiene 3 errores |
| POR FAVOR REPITA | Tiene más de 3 errores |

En la figura 203 se puede observar el monitoreo obtenido la caminata en línea recta del niño que se puede observar en la figura 202.

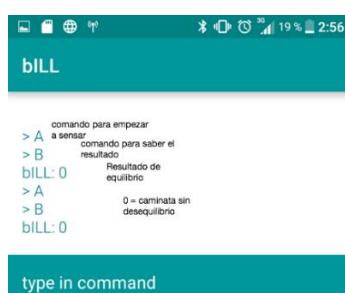


Figura 203. Monitoreo de la caminata en línea recta
Fuente: Autoría

Se inserta el carácter “A” para empezar a censar, el niño empieza a caminar, cuando se acabe la prueba se inserta el carácter “B” para obtener los resultados. En este caso el resultado es cero, es decir no ha tenido desequilibrio.

6.5 Inclinación del cuerpo del niño

En la caminata del niño a través de la estructura de la jirafa el cuerpo se inclina hacia la derecha como se ve en la figura 204.

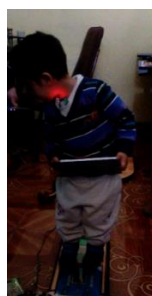


Figura 204. Giro del cuerpo del niño hacia la derecha
Fuente: Autoría

En la caminata del niño a través de la estructura de la jirafa el cuerpo se inclina hacia abajo, en la figura 205 se muestra la acción del niño.



Figura 205. Giro del cuerpo del niño hacia abajo

Fuente: Autoría

El niño inicio su caminata de manera correcta siguió con una inclinación de su cabeza y tórax hacia la derecha, y continuó girando todo su cuerpo hacia la derecha, para finalizar inclinando su cuerpo hacia abajo. Este proceso fue pedido para observar la calibración del acelerómetro.

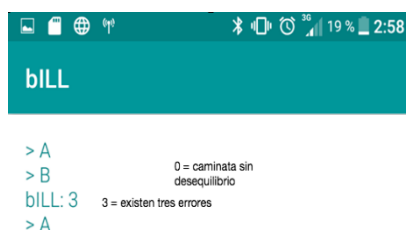


Figura 206. Captura de pantalla de los resultados del giro del cuerpo del niño en varias posiciones

Fuente: Autoría

Se inserta el carácter “A” para empezar a censar, el niño empieza a caminar, cuando se acabe la prueba se inserta el carácter “B” para obtener los resultados. En este caso el resultado es 3 (tres), es decir que ha tenido desequilibrio tres veces.

En la caminata del niño a través de la estructura de la jirafa el cuerpo se inclina hacia la derecha.



Figura 207. Giro del cuerpo del niño hacia la derecha
Fuente: Autoría

En la caminata del niño a través de la estructura de la jirafa el cuerpo se inclina hacia la izquierda

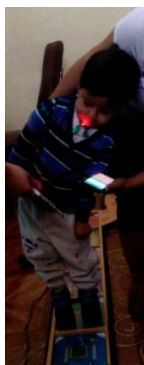


Figura 208. Giro del cuerpo del niño hacia la izquierda
Fuente: Autoría

En la caminata del niño a través de la estructura de la jirafa el cuerpo se inclina hacia la derecha.



Figura 209. Giro del cuerpo del niño hacia derecha
Fuente: Autoría

En la caminata del niño a través de la estructura de la jirafa el cuerpo se inclina hacia la izquierda.



Figura 210. Giro del cuerpo del niño hacia la izquierda

Fuente: Autoría

El niño inicio su caminata de manera correcta siguió con una serie de inclinaciones hacia la derecha e izquierda, con ayuda. Este proceso fue pedido para observar la calibración del acelerómetro.

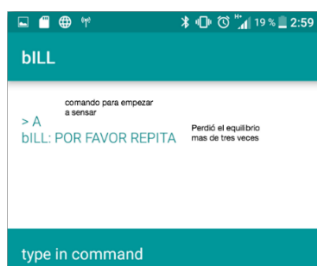


Figura 211. Captura de pantalla del giro del cuerpo del niño en varias posiciones repetidas

Fuente: Autoría

Se inserta el carácter “A” para empezar a censar, el niño empieza a caminar, cuando se acabe la prueba se inserta el carácter “B” para obtener los resultados. En este caso en el resultado se pide que repita el juego, es decir que ha tenido más de tres errores, desequilibrio.

6.6 Código fuente de programación

A continuación, se presenta el código fuente que se implementó para las pruebas que se realizaron, las líneas de código se encuentran debidamente comentadas

```
#include <SoftwareSerial.h> //librería de la comunicación serial
```

```
SoftwareSerial BT1(3, 4); // RX, TX librería transmisión serial puertos
```

```

#include "Wire.h" // librería de comunicación I2C

#include "I2Cdev.h" //librería de comunicación del acelerómetro

#include "MPU6050.h" //librería del acelerómetro

MPU6050 mpu; //declarar al acelerómetro

int16_t ax, ay, az; //

int16_t gx, gy, gz;

long val, val2; //variables largas “almacenan datos extensos”

long prevVal;

int error = 0; //variable tipo entero para errorer

int lim; //variable tipo entero para limitar el rango

char rec; //variable tipo char recibe datos


void setup()

{ Wire.begin(); //llama a la librería

  Serial.begin(9600); //abre la conexión con el puerto de serie

  BT1.begin(9600); //abre la conexión con la librería SoftwareSerial

  mpu.initialize(); //inicializa la función

  BT1.println("Conectado"); //imprime el estado del bluetooth}


void loop()

{ mpu.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz); //leer las medidas de aceleración /giro

  val = map(ay, -17000, 17000, 0, 180); //rangos de giro

  lim = val; // asigna a la variable los datos obtenidos en val – rango de giro

  // BT1.println(lim);

  delay(50);

  if (BT1.available()) //condición

  { //si la conexión del bluetooth esta abierta

    rec = BT1.read(); } //bluetooth - en la variable rec se almacena la lectura

```

```

if (rec == 'A')//condición
{ //si el carácter introducido es el carácter A
    if (lim < 60) //si la variable lim tiene un rango de menor de 60
    {
        error = error + 1; //contador aumenta en uno
        delay(1000); //tiempo
    }
    if (lim > 150) //si la variable lim tiene un rango de menor de 150
    {
        error = error + 1;
        delay(1000);
    }
    if (error > 3) //si la variable de error es mayor a 3
    {
        BT1.println("POR FAVOR REPITA"); //bluetooth - imprime el texto
        delay(1000);
        error=0; //contador en cero
        delay(1000);
        rec = 'C';
    }
}

if (rec == 'B')//si el carácter introducido es el carácter B
{
    BT1.println(error); bluetooth - imprime el texto
    error = 0;
    rec = 'C';
}

if (rec == 'C')
{
    error = 0;
    delay(500);
}

```

ANEXO 7. CÓDIGO FUENTE DE PROGRAMACIÓN

1.1 Sistema Jirafa

```
#include <SoftwareSerial.h> //libreria de cx serial
#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h> //libreria de mp3
SoftwareSerial mySerial(14, 15 ); //pines de comunicacion mp3 rx tx
char rec; //recibir datos
//SENSOR INFRAROJO
int sensor = 12; // pin del sensor
int state = LOW; //por default, no se detecta movimiento
int valu = 0; // variable para almacenar el estado del sensor
//SENSORES DE PRESION, VARIABLES ANALOGICAS
const int a1 = A0;
const int a2 = A1;
const int a3 = A2;
const int a4 = A3;
const int a5 = A4;
const int a6 = A5;
//VARIABLES DE LOS SENSORES DE PRESION EN MANERA DIGITAL
int s1 = 0;
int s2 = 0;
int s3 = 0;
int s4 = 0;
int s5 = 0;
int s6 = 0;
//VARIABLES DE LOS PINES DE LAS LAMPARAS
const int led1 = 7;
const int led2 = 6;
const int led3 = 5;
const int led4 = 4;
const int led5 = 3;
const int led6 = 2;
//VARIABLES DE ESTADO DE LAS SALIDAS DIGITALES
int ledSt1 = LOW;
int ledSt2 = LOW;
int ledSt3 = LOW;
int ledSt4 = LOW;
int ledSt5 = LOW;
int ledSt6 = LOW;
//VARIABLES DE ESTADOS
int l1 = 0;
int l2 = 0;
int l3 = 0;
```

```

int l4 = 0;
int l5 = 0;
int l6 = 0;

long val, val_2;
long prevVal;
//VARIABLES PARA CONTAR EL TIEMPO DEL JUEGO2
int j = 1;
int i = 1;
int k = 1;
int l = 1;
int m = 1;
int n = 1;
//ESTADOS DEL SENSOR DE PRESION JUEGO 2
int s = 0;
int ss1 = 0;
int ss2 = 0;
int ss3 = 0;
int ss4 = 0;
int ss5 = 0;
int ss6 = 0;
int suma = 0; //CONTADOR DE RECUADROS QUE SE PRESIONAN
char selec;

int rnd; //proceso randomico variable que guarda el # aleatorio
int sum;
int timer = 0; //
int cont = 0; //
//tenemos 6 LEDs
int val11 = 0;
int val22 = 0;
int val33 = 0;
int val44 = 0;
int val55 = 0;
int val66 = 0;
int val1 = 0;
int val2 = 0;
int val3 = 0;
int val4 = 0;
int val5 = 0;
int val6 = 0;
int pin;

long previousMillis = 0; //guardara el tiempo en el que se actualizo la ultima vez el led
//intervalos en el que parpadea el led
long interval = 3000; //dificultad baja
long interval1 = 2000; //dificultad media
long interval2 = 1000; //dificultad alta

```

```

unsigned long t1 = millis(); //intervalo en el que se desea hacer parpadear el led
unsigned long t2; // tiempo2 de proceso randomico
volatile unsigned long N;
volatile unsigned long blinkCount = 0;
volatile unsigned long segundos = 1;

void setup(void)
{ //CONFIGURACION SENSOR INFRARROJO
  pinMode(sensor, INPUT); // inicializacion del sensor infrarrojo
  //COMIENZO DE LAS COMUNICACIONES
  Serial.begin(9600); //COMUNICACION DEL BLUETOOTH
  mySerial.begin (9600); //COMUNICACION DEL MP3
  //RESTABLECER COMUNICACIONES
  mp3_set_serial (mySerial); //PONER NOMBRE A LA COMUNICACION DEL MP3
  delay(1); //esperar 1ms para que el mp3 configure su volumen
  mp3_set_volume (30); //VOLUMEN CON EL QUE EMPIEZA
  //AVISO DE CONEXION
  Serial.println("Conectado");
  //DEFINIR COMO SALIDAS LAS VARIABLES DE LOS LEDS
  pinMode (led1, OUTPUT);
  pinMode (led2, OUTPUT);
  pinMode (led3, OUTPUT);
  pinMode (led4, OUTPUT);
  pinMode (led5, OUTPUT);
  pinMode (led6, OUTPUT);
  //PROCEDIMIENTO PARA EL VALOR RANDOMICO PARA JUEGO 3
  randomSeed(analogRead(A7)); //para generar proceso de seleccion de un #aleatorio
  delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
  mp3_play (1); //PARA REPRODUCCIÓN DEL SALUDO INICIAL
  delay(3000); } //EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS

void loop(void)
{ if (Serial.available() > 0) // TODO FUNCIONARA SIEMPRE Y CUANDO HAYA
  ESTABLECIDO UNA COMUNICACION BLUETOOTH
  {   selec = Serial.read(); // guarda en la variable lo que lee del usuario - APP -
    if (selec == 'R') // si lo que lee del usuario es R - APP -
    { //todos los leds se apagan
      digitalWrite(led1, LOW);
      digitalWrite(led2, LOW);
      digitalWrite(led3, LOW);
      digitalWrite(led4, LOW);
      digitalWrite(led5, LOW);
      digitalWrite(led6, LOW); } }
  //MENU DE JUEGOS
  switch (selec) // cada juego se representa con "select"
  {   case '1': // JUEGO 1 ABIERTO OJOS
      delay(500); //tiempo

```



```

mp3_play (2); //REPRODUCCIÓN DEL SALUDO INICIAL JUEGO 1
delay(3000); //EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS
//LECTURA DE SENSORES DE PRESION
s1 = analogRead(a1);
s2 = analogRead(a2);
s3 = analogRead(a3);
s4 = analogRead(a4);
s5 = analogRead(a5);
s6 = analogRead(a6);
val = 'C';
//PULSACION ESTABLE
delay(500);
if (s1 >= 800) //si el sensor1 de presion esta activo
{
    l1 = 1; //cambio de estado a 1
    digitalWrite(led1, HIGH); } //lampara 1 se enciende
if (s1 <= 800) //si el sensor1 de presion no esta activo
{
    l1 = 0; //estado no cambia
}
if (l1 == 1) //si el estado es 1
{
    Serial.println("1"); //se envia el numero 1 -APP-
}
if (s2 >= 800) //si el sensor2 de presion esta activo
{
    l2 = 1; //cambio de estado a 1
    digitalWrite(led2, HIGH); //lampara 2 se enciende
}
if (s2 <= 800) //si el sensor1 de presion no esta activo
{
    l2 = 0; estado no cambia
}
if (l2 == 1) //si el estado es 1
{
    Serial.println("2"); //se envia el numero 2 -APP-
}
if (s3 >= 800) //si el sensor3 de presion esta activo
{
    l3 = 1; //cambio de estado a 1
    digitalWrite(led3, HIGH); //lampara 3 se enciende
}
if (s3 <= 800) //si el sensor1 de presion no esta activo
{
    l3 = 0; //estado no cambia
}
if (l3 == 1) //si el estado es 1
{
    Serial.println("3"); //se envia el numero 3 -APP-
}
if (s4 >= 800) //si el sensor4 de presion esta activo
{
    l4 = 1; //cambio de estado a 1
    digitalWrite(led4, HIGH); //lampara 4 se enciende
}
if (s4 <= 800) //si el sensor1 de presion no esta activo
{
    l4 = 0; //estado no cambia
}

```

```

if (l4 == 1) //si el estado es 1
{
    Serial.println("4"); //se envia el numero 4 -APP-
}
if (s5 >= 800) //si el sensor5 de presion esta activo
{
    l5 = 1; //cambio de estado a 1
    digitalWrite(led5, HIGH); //lampara 5 se enciende
}
if (s5 <= 800) //si el sensor1 de presion no esta activo
{
    l5 = 0; //estado no cambia
}
if (l5 == 1) //si el estado es 1
{
    Serial.println("5"); //se envia el numero 5 -APP-
}
if (s6 >= 800) //si el sensor6 de presion esta activo
{
    l6 = 1; //cambio de estado a 1
    digitalWrite(led6, HIGH); //lampara 6 se enciende
    delay(1000);
}
if (s6 <= 800) //el sensor6 de presion no esta activo
{
    l6 = 0; //estado no cambia
}
if (l6 == 1) //si el estado es 1
{
    Serial.println("6");
    valu = digitalRead(sensor); //lectura del estado del sensor
    if (valu == HIGH) //si la lectura es del sensor activo
    {
        delay(100); //tiempo
        if (state == LOW) //si previamente el estado del sensor era inactivo
        {
            state = HIGH; //cambia a activo
            //juego de luces encendido y apagado
            digitalWrite(led1, HIGH);
            digitalWrite(led2, HIGH);
            digitalWrite(led3, HIGH);
            digitalWrite(led4, HIGH);
            digitalWrite(led5, HIGH);
            digitalWrite(led6, HIGH);
            delay(500);
            digitalWrite(led1, LOW);
            digitalWrite(led2, LOW);
            digitalWrite(led3, LOW);
            digitalWrite(led4, LOW);
            digitalWrite(led5, LOW);
            digitalWrite(led6, LOW);
            delay(500);
            digitalWrite(led1, HIGH);
            digitalWrite(led2, HIGH);
            digitalWrite(led3, HIGH);
            digitalWrite(led4, HIGH);
            digitalWrite(led5, HIGH);
        }
    }
}

```

```

digitalWrite(led6, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(led1, LOW);
digitalWrite(led2, LOW);
digitalWrite(led3, LOW);
digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
digitalWrite(led6, LOW);
Serial.println('R'); //se envia el caracter R -APP-
} }
else // si esta inactivo
{
    delay(200);          // tiempo
    if (state == HIGH)    // si previamente el estado del sensor era activo
    {
        state = LOW;     //cambia a inactivo
        Serial.println("9"); //se envia el # 9 -APP-
    } }
break;

```

//JUEGO 2 SOBREPIE

```

case '2':
    delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
    mp3_play (3); //PARA REPRODUCCIÓN DEL SALUDO INICIAL JUEGO 2
    delay(3000); //EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS

    s1 = analogRead(a1);
    s2 = analogRead(a2);
    s3 = analogRead(a3);
    s4 = analogRead(a4);
    s5 = analogRead(a5);
    s6 = analogRead(a6);

    if (ss1 == 1) //recuadro1 activado
    {
        suma = suma + 1; //contador para el número de recuadros activados
        delay(1000); //tiempo
    }
    if (s1 >= 400 ) // sensor1 de preseion esta activo
    {
        ss1 = 1; //recuadro1 activo
        i++; //contador de tiempo++
        delay(1000); //tiempo
        if (i == 4) // contador de tiempo es igual a 4
        {
            delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
            mp3_play (4); //PARA REPRODUCCIÓN DE LA NOTIFICACION
            delay(3000); //EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS
            ss1 = 0; //recuadro1 inactiivo
            digitalWrite(led1, HIGH); //lampara1 encendida
            delay(100); //tiempo
            digitalWrite(led1, LOW); //lampara1 apagada

```

```

    delay(100); //tiempo
    Serial.println("1"); //envia #1 -APP-
  } }
if (s1 < 400) //sensor de presion1 no esta activo
{
  ss1 = 0; //recuadro1 inactivo
}
if (ss2 == 1) //recuadro2 activado
{
  suma = suma + 1; //contador para el número de recuadros activados
  delay(1000);
}
if (s2 >= 400) //sensor2 de preseion esta activo
{
  ss2 = 1; //recuadro2 es igual a 1
  j++; //contador de tiempo++
  delay(1000);
  if (j == 4) // contador de tiempo es igual a 4
  {
    delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
    mp3_play (4); //PARA REPRODUCCIÓN DE LA NOTIFICACION
    delay(3000); //EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS

    ss2 = 0; //recuadro2 inactivo
    digitalWrite(led2, HIGH); //lampara2 encendida
    delay(100);
    digitalWrite(led2, LOW); //lampara2 apagada
    delay(100);
    Serial.println("2"); //envia #2 -APP-
  } }
if (s2 < 400) //sensor de presion2 no esta activo
{
  ss2 = 0; //recuadro2 inactivo
}
if (ss3 == 1) //recuadro3 activado
{
  suma = suma + 1; //contador para el número de recuadros activados
  delay(1000);
}
if (s3 >= 400) //sensor3 de preseion esta activo
{
  ss3 = 1; //recuadro3 activo
  k++; //contador de tiempo++
  delay(1000);
  if (k == 4) // contador de tiempo es igual a 4
  {
    delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
    mp3_play (4); //PARA REPRODUCCIÓN DE LA NOTIFICACION
    delay(3000); //EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS
    ss3 = 0; //recuadro3 inactivo
  }
}

```

```

    digitalWrite(led3, HIGH); //lampara3 encendida
    delay(100);
    digitalWrite(led3, LOW); //lampara3 apagada
    delay(100);
    Serial.println("3"); //envia #3 -APP-
  } }
if (s3 < 400) //sensor de presion3 no esta activo
{
  ss3 = 0; } //recuadro3 inactivo
if (ss4 == 1) //recuadro4 activado
{
  suma = suma + 1; //contador para el número de recuadros activados
  delay(1000); }
if (s4 >= 400) //sensor4 de preseion esta activo
{
  ss4 = 1; //recuadro4 activo
  l++; //contador de tiempo++
  delay(1000);
  if (l == 4) // contador de tiempo es igual a 4
  {
    delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
    mp3_play (4);//PARA REPRODUCCIÓN DE LA NOTIFICACION
    delay(3000);//EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS
    ss4 = 0; //recuadro4 inactivo
    digitalWrite(led4, HIGH); //lampara4 encendida
    delay(100);
    digitalWrite(led4, LOW); //lampara4 apagada
    delay(100);
    Serial.println("4"); //envia #4 -APP-
  } }
if (s4 < 400) //sensor de presion4 no esta activo
{
  ss4 = 0; } //recuadro4 inactivo
if (ss5 == 1) //recuadro5 activado
{
  suma = suma + 1; //contador para el número de recuadros activados
  delay(1000); }
if (s5 >= 400) //sensor5 de preseion esta activo
{
  ss5 = 1; //recuadro5 activo
  m++; //contador de tiempo++
  delay(1000);
  if (m == 4) } // contador de tiempo es igual a 4
  {
    delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
    mp3_play (4);//PARA REPRODUCCIÓN DE LA NOTIFICACION
    delay(3000);//EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS
    ss5 = 0; //recuadro5 inactivo
    digitalWrite(led5, HIGH); //lampara5 encendida
    delay(100);
    digitalWrite(led5, LOW); //lampara5 apagada
    delay(100);
    Serial.println("5"); //envia #5 -APP-
  } }
if (s5 < 400) //sensor de presion5 no esta activo
{
  ss5 = 0; //recuadro5 inactivo

```

```

}
if (ss6 == 1) //recuadro6 activado
{
    suma = suma + 1; //contador para el número de recuadros activados
    delay(1000);
}
if (s6 >= 400) //sensor6 de preseion esta activo
{
    ss6 = 1; //recuadro6 inactivo
    n++; //contador de tiempo++
    delay(1000);
    if (n == 4) // contador de tiempo es igual a 4
    {
        delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
        mp3_play (4); //PARA REPRODUCCIÓN DE LA NOTIFICACION
        delay(3000); //EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS
        ss6 = 0; //recuadro6 inactiivo
        digitalWrite(led6, HIGH); //lampara6 encendida
        delay(100);
        digitalWrite(led6, LOW); //lampara6 apagada
        delay(100);
        Serial.println("6"); //envia #6 -APP-
        delay(2000);
        Serial.println("7"); //envia #7 -APP-
        delay(100);
        selec = 'v'; //la variable selec del switch cambia al caso 'v'
    } }
if (s6 <= 400) //sensor de presion6 no esta activo
{
    ss6 = 0; //recuadro6 inactiivo
}
break;

case 'p': // juego 3 dificultad baja
    delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
    mp3_play (5); //PARA REPRODUCCIÓN DEL SALUDO INICIAL JUEGO 3
    delay(8000); //EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS

    delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
    mp3_play (6); //PARA REPRODUCCIÓN DE LA MÚSICA DIFICULTAD BAJA
    delay(60000); //EL SALUDO ME DURE 1 MINUTO

while (t1 <= 22) //tiempo en el que se desea hacer parpadear el led menor o igual a 22
{ //LECTURA DE SENSORES DE PRESION
    s1 = analogRead(a1);
    s2 = analogRead(a2);
    s3 = analogRead(a3);
    s4 = analogRead(a4);
    s5 = analogRead(a5);
    s6 = analogRead(a6);

```

```

rnd = random(2, 8); //proceso randomico en la variable (#min, #max)
unsigned long currentMillis = millis(); //Se toma el tiempo actual
if (s1 > 100) //sensor1 de presion activo
{
  l1 = 3; //estado del sensor activo
}
if (s1 <= 100) //sensor1 de presion inactivo
{
  l1 = 4; //cambio de estado del sensor
}
if (s2 > 100) //sensor2 de presion activo
{
  l2 = 3; //estado del sensor activo
}
if (s2 <= 100) //sensor2 de presion inactivo
{
  l2 = 4; //cambio estado del sensor
}
if (s3 > 100) //sensor3 de presion activo
{
  l3 = 3; //estado del sensor activo
}
if (s3 <= 100) //sensor3 de presion inactivo
{
  l3 = 4; //cambio estado del sensor
}
if (s4 > 100) //sensor4 de presion activo
{
  l4 = 3; //estado del sensor activo
}
if (s4 <= 100) //sensor4 de presion inactivo
{
  l4 = 4; //cambio estado del sensor
}
if (s5 > 100) //sensor5 de presion activo
{
  l5 = 3; //estado del sensor activo
}
if (s5 <= 100) //sensor5 de presion inactivo
{
  l5 = 4; //cambio estado del sensor
}
if (s6 > 100) //sensor6 de presion activo
{
  l6 = 3; //estado del sensor activo
}
if (s6 <= 100) //sensor6 de presion inactivo
{

```

```

    l6 = 4; //cambio estado del sensor
}
if (currentMillis - previousMillis > inter) //si el tiempo actual - tiempo previo q es 0 es mayor a
intervalo1 de 3000
{
    previousMillis = currentMillis; //guarda el tiempo que ´parpadeo el led
    cont++; //contador ++
    t1++; //contador de intervalo de tiempo en el que se desea hacer parpadear el led++
    if (val1 > 11) // si val1(estado de lampara1) mayor al estado del sensor activo (11)
    {
        Serial.println("1"); //envia #1 - APP-
    }
    if (val2 > 12) // si val2(estado de lampara2) mayor al estado del sensor activo (12)
    {
        Serial.println("2"); //envia #2 - APP-
    }
    if (val3 > 13) // si val3(estado de lampara3) mayor al estado del sensor activo (13)
    {
        Serial.println("3"); //envia #3 - APP-
    }
    if (val4 > 14) // si val4(estado de lampara4) mayor al estado del sensor activo (14)
    {
        Serial.println("4"); //envia #4 - APP-
    }
    if (val5 > 15) // si val5(estado de lampara5) mayor al estado del sensor activo (15)
    {
        Serial.println("5"); //envia #5 - APP-
    }
    if (val6 > 16) // si val6(estado de lampara6) mayor al estado del sensor activo (16)
    {
        Serial.println("6"); //envia #6 - APP-
    }
    if (rnd == 2) //aleatorio igual a 2
    {
        val1 = 4; //estado de lampara1 igual a 4
        ledSt1 = HIGH; //lampara 1 encendida
        digitalWrite(7, ledSt1); //en pin 7 lo que este en la variable ledst1 (high)
        //lamparas 2 a 6 apagadas
        ledSt2 = LOW;
        ledSt3 = LOW;
        ledSt4 = LOW;
        ledSt5 = LOW;
        ledSt6 = LOW;
    }
    else
    {
        digitalWrite(7, LOW); //pin 7 en bajo
        val1 = 1; } // estado de lampara1 igual a 1

```



```

if (rnd == 3)  //aleatorio igual a 3
{
    val2 = 4;  //estado de lampara2 igual a 4
    ledSt1 = LOW;  //lampara1 apagada
    ledSt2 = HIGH;  //lampara2 encendida
    digitalWrite(6, ledSt2);  //en pin 6 lo que este en la variable ledst2(high)
    //lamparas 3 a 6 apagadas
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(6, LOW);  //pin 6 en bajo
    val2 = 1;  //estado de lampara2 igual a 1
}
if (rnd == 4)  //aleatorio igual a 4
{
    val3 = 4;  //estado de lampara3 igual a 4
    ledSt1 = LOW;  //lampara1 apagada
    ledSt2 = LOW;  //lampara2 apagada
    ledSt3 = HIGH;  //lampara3 encendida
    digitalWrite(5, ledSt3);  //en pin 5 lo que este en la variable ledst3(high)
    //lamparas 4 a 6 apagadas
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(5, LOW);  //pin 5 en bajo
    val3 = 1;  //estado de lampara3 igual a 1
}
if (rnd == 5)  //aleatorio igual a 5
{
    val4 = 4;  //estado de lampara4 igual a 4
    //lamparas 1 a 3 apagadas
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = HIGH;  //lampara4 encendida
    digitalWrite(4, ledSt4);  //en pin 4 lo que este en la variable ledst4(high)
    ledSt5 = LOW;  //lampara5 apagada
    ledSt6 = LOW;  //lampara6 apagada
}
else
{
    digitalWrite(4, LOW);  //pin 4 en bajo
    val4 = 1;  //estado de lampara4 igual a 1
}
if (rnd == 6)  //aleatorio igual a 6
{
    val5 = 4;  //estado de lampara5 igual a 4
    //lamparas 1 a 4 apagadas

```

```

ledSt1 = LOW;
ledSt2 = LOW;
ledSt3 = LOW;
ledSt4 = LOW;
ledSt5 = HIGH; //lampara5 encendida
digitalWrite(3, ledSt5); //en pin 3 lo que este en la variable ledst5(high)
ledSt6 = LOW; //lampara6 apagada
}
else
{
    digitalWrite(3, LOW); //pin 3 en bajo
    val5 = 1; //estado de lampara5 igual a 1
}
if (rnd == 7) //aleatorio igual a 7
{
    val6 = 4; //estado de lampara6 igual a 4
    //lamparas 1 a 5 apagadas
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = HIGH; //lampara6 encendida
    digitalWrite(2, ledSt6); //en pin 2 lo que este en la variable ledst6(high)
}
else
{
    digitalWrite(2, LOW); //pin 2 en bajo
    val6 = 1; //estado de lampara6 igual a 1
} } }

```

//juego de luces

```

digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(2, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(2, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(3, HIGH);

```

```

digitalWrite(2, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(2, LOW);
delay(1000);
Serial.print("9"); //envia # 9 – REPETIR JUEGOAPP-
t1 = 0; //tiempo1 igual a 0
selec = 'R'; //guarda en la variable selec "R" -APP-
break;

```

case 's': //juego 3 dificultad media

```

t2 = millis() + 78000; //t2 iguala la suma del tiempo actual + 78000
timer = 2000; //
sum = 0; //

```

```

delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
mp3_play (7); //PARA REPRODUCCIÓN DE LA MUSICA DIFICULTAD MEDIA
delay(3000); //EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS

```

```

while (t1 <= 22) //t1 menor o igual a 22
{ //lectura de sensores de presion
s1 = analogRead(a1);
s2 = analogRead(a2);
s3 = analogRead(a3);
s4 = analogRead(a4);
s5 = analogRead(a5);
s6 = analogRead(a6);
rnd = random(2, 8); //guarda en la variable el #aleatorio (#min,#max)
unsigned long currentMillis = millis(); // Se toma el tiempo actual

```

```

if (s1 > 100) //sensor1 de presion activo
{
l1 = 3;
}
if (s1 <= 100)
{
l1 = 4;
}
if (s2 > 100)
{
l2 = 3;
}
if (s2 <= 100)

```

```

{
    l2 = 4;
}
if (s3 > 100)
{
    l3 = 3;
}
if (s3 <= 100)
{
    l3 = 4;
}
if (s4 > 100)
{
    l4 = 3;
}
if (s4 <= 100)
{
    l4 = 4;
}
if (s5 > 100)
{
    l5 = 3;
}
if (s5 <= 100)
{
    l5 = 4;
}
if (s6 > 100)
{
    l6 = 3;
}
if (s6 <= 100)
{
    l6 = 4;
}
if (currentMillis - previousMillis > interval1)
{
    previousMillis = currentMillis;
    cont++;
    t1++;
    if (val1 > 11)
    {
        Serial.println("1");
    }
    if (val2 > 12)
    {
        Serial.println("2");
    }
}

```

```
if (val3 > 13)
{
    Serial.println("3");
}
if (val4 > 14)
{
    Serial.println("4");
}
if (val5 > 15)
{
    Serial.println("5");
}
if (val6 > 16)
{
    Serial.println("6");
}
if (rnd == 2)
{
    val1 = 4;
    ledSt1 = HIGH;
    digitalWrite(7, ledSt1);
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(7, LOW);
    val1 = 1;
}
if (rnd == 3)
{
    val2 = 4;
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = HIGH;
    digitalWrite(6, ledSt2);
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(6, LOW);
    val2 = 1;
}
```

```
if (rnd == 4)
{
    val3 = 4;
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = HIGH;
    digitalWrite(5, ledSt3);
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(5, LOW);
    val3 = 1;
}
if (rnd == 5)
{
    val4 = 4;
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = HIGH;
    digitalWrite(4, ledSt4);
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(4, LOW);
    val4 = 1;
}
if (rnd == 6)
{
    val5 = 4;
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = HIGH;
    digitalWrite(3, ledSt5);
    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(3, LOW);
    val5 = 1;
}
```

```

if (rnd == 7)
{
    val6 = 4;
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = HIGH;
    digitalWrite(2, ledSt6);
}
else
{
    digitalWrite(2, LOW);
    val6 = 1;
} } }
//juego de luces
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(2, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(2, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(2, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(2, LOW);
delay(1000);
Serial.print("9");
selec = 'R';
t1 = 0;

```

```
break;
```

```
case 't': //juego 3 dificultad alta
```

```
t2 = millis() + 78000; //t2 es igual a la suma del tiempo actual + 780000
```

```
timer = 2000;
```

```
sum = 0;
```

```
delay(500); //ESPERO 500 MILISEGUNDOS
```

```
mp3_play (8);//PARA REPRODUCCIÓN DE LA MUSICA DIFICULTAD ALTA
```

```
delay(3000);//EL SALUDO ME DURE 3SEGUNDOOS
```

```
while (t1 <= 22) {
```

```
  s1 = analogRead(a1);
```

```
  s2 = analogRead(a2);
```

```
  s3 = analogRead(a3);
```

```
  s4 = analogRead(a4);
```

```
  s5 = analogRead(a5);
```

```
  s6 = analogRead(a6);
```

```
  rnd = random(2, 8);
```

```
  unsigned long currentMillis = millis(); // Se toma el tiempo actual
```

```
  if (s1 > 100)
```

```
  {
```

```
    l1 = 3;
```

```
  }
```

```
  if (s1 <= 100)
```

```
  {
```

```
    l1 = 4;
```

```
  }
```

```
  if (s2 > 100)
```

```
  {
```

```
    l2 = 3;
```

```
  }
```

```
  if (s2 <= 100)
```

```
  {
```

```
    l2 = 4;
```

```
  }
```

```
  if (s3 > 100)
```

```
  {
```

```
    l3 = 3;
```

```
  }
```

```
  if (s3 <= 100)
```

```
  {
```

```
    l3 = 4;
```

```
  }
```



```

if (s4 > 100)
{
    l4 = 3;
}
if (s4 <= 100)
{
    l4 = 4;
}

if (s5 > 100)
{
    l5 = 3;
}
if (s5 <= 100)
{
    l5 = 4;
}

if (s6 > 100)
{
    l6 = 3;
}
if (s6 <= 100)
{
    l6 = 4;
}
if (currentMillis - previousMillis > interval2)
{
    previousMillis = currentMillis;
    cont++;
    t1++;
    if (val1 > 11)
    {
        Serial.println("1");
    }
    if (val2 > 12)
    {
        Serial.println("2");
    }
    if (val3 > 13)
    {
        Serial.println("3");
    }
    if (val4 > 14)
    {
        Serial.println("4");
    }
    if (val5 > 15)

```

```

{
  Serial.println("5");
}
if (val6 > 16)
{
  Serial.println("6");
}
if (rnd == 2)
{
  val1 = 4;
  ledSt1 = HIGH;
  digitalWrite(7, ledSt1);
  ledSt2 = LOW;
  ledSt3 = LOW;
  ledSt4 = LOW;
  ledSt5 = LOW;
  ledSt6 = LOW;
}
else
{
  digitalWrite(7, LOW);
  val1 = 1;
}
if (rnd == 3)
{
  val2 = 4;
  ledSt1 = LOW;
  ledSt2 = HIGH;
  digitalWrite(6, ledSt2);
  ledSt3 = LOW;
  ledSt4 = LOW;
  ledSt5 = LOW;
  ledSt6 = LOW;
}
else
{
  digitalWrite(6, LOW);
  val2 = 1;
}
if (rnd == 4)
{
  val3 = 4;
  ledSt1 = LOW;
  ledSt2 = LOW;
  ledSt3 = HIGH;
  digitalWrite(5, ledSt3);
  ledSt4 = LOW;
  ledSt5 = LOW;

```

```

    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(5, LOW);
    val3 = 1;
}
if (rnd == 5)
{
    val4 = 4;
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = HIGH;
    digitalWrite(4, ledSt4);
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(4, LOW);
    val4 = 1;
}
if (rnd == 6)
{
    val5 = 4;
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = HIGH;
    digitalWrite(3, ledSt5);
    ledSt6 = LOW;
}
else
{
    digitalWrite(3, LOW);
    val5 = 1;
}
if (rnd == 7)
{
    val6 = 4;
    ledSt1 = LOW;
    ledSt2 = LOW;
    ledSt3 = LOW;
    ledSt4 = LOW;
    ledSt5 = LOW;
    ledSt6 = HIGH;

```

```

        digitalWrite(2, ledSt6);
    }
    else
    {
        digitalWrite(2, LOW);
        val6 = 1;
    } } }
//juego de luces
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(2, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(2, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(7, HIGH);
digitalWrite(6, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(2, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(2, LOW);
delay(1000);
Serial.print("9");
selec = 'R';
t1 = 0;
break;

case 'v':
    suma = 0;
    cont = 0;
    i = 0;
    j = 0;
    k = 0;
    l = 0;

```

```

    m = 0;
    n = 0;
    serial.println('E')
    break;
default:
    break;
}
}

```

1.2 Sistema Móvil

```

#include <SoftwareSerial.h> //libreria cx serial
SoftwareSerial BT1(3, 4); // RX, TX

//libreria I2C para controlar mpu6050
#include "Wire.h"
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"

MPU6050 mpu;

//variables sin procesar del acelerometro y giroscopio en los 3 ejes
int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;

long val, val2;
long prevVal;

int error = 0; //variable em donde guarda el error
int lim; //variable del limite de errores
int cal=0; //variable de calificacion para la app

char rec; //recibe datos

void setup()
{
    Wire.begin(); //inicia I2C
    Serial.begin(9600); //inicia puerto serial
    BT1.begin(9600); //inicia cx bluetooth
    mpu.initialize(); //inicia el mpu6050
    BT1.println("Conectado"); //envia datos del estado del mpu6050
}

void loop()
{
    mpu.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz); //datos del mpu6050
    val = map(ay, -17000, 17000, 0, 180); //guarda los datos en y dentro de los rangos

```

```

//(valor q recibo,d mínimo,d máximo a minimo, a maximo)
lim = val; //guarda los limites del mpu6050
delay(50); //tiempo
if (BT1.available()) //si el bluetooth esta habilitado
{
    rec = BT1.read(); //guarda lo que lee - APP -
}
if (rec == 'A') //si lo que lee es igual al caracter A -APP INICIA EL JUEGO-
{
    if (lim < 60) //limite mpu6050 menor q 60
    {
        error = error + 1; //suma de errores
        delay(1000); //tiempo
    }
    if (lim > 150) //limite mpu6050 mayor que 150
    {
        error = error + 1; //suma de errores
        delay(1000); //tiempo
    }
    if (error > 3) //si la suma de errores es mayor a 3
    {
        BT1.println("9"); //imprime caracter 9 cuando se tiene errores - APP REPETIR JUEGO-
        delay(1000); //tiempo
        error=0; //variable de la suma de errores en cero
        delay(1000); //tiempo
        rec = 'R'; //igual al carácter C - APP BORRAR DATOS DE LA PANTALLA-
    } }

if (rec == 'B') //si lo que lee es B -APP GUARDAR -
{
    cal=5-error; //operacion de calificacion
    cal=(cal*100/5); //operacion de calificacion
    BT1.println(cal); //envia la variable con la calificacion
    error = 0; //variable de la suma de errores en cero
    rec = 'R'; //igual al caracter R - APP BORRAR DATOS DE LA PANTALLA-
}
if (rec == 'R') //si lo que lee es R
{
    error = 0;
}
delay(500);
}

```

ANEXO 9. REALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA JIRAFÁ

Para realizar la estructura del juguete electrónico con las medidas propuestas, se realizó un corte a la tabla triplex con las siguientes especificaciones:

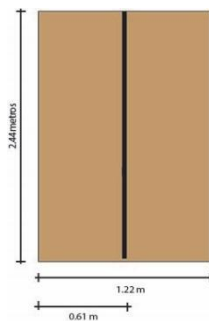


Figura 242. Medidas de corte de la tabla triplex

Fuente: Autoría

Es indispensable realizar una plantilla del diseño del juguete para hacer más fácil el desarrollo de la estructura del juguete, a continuación se presenta la plantilla realizada en pliegos de cartulina:



Figura 243. Plantilla del diseño del juguete electrónico

Fuente: Autoría

Con la plantilla realizada y con la ayuda de un carpintero se procede a moldear y cortar el diseño en la tabla triplex con las dos caras juntas, a continuación se presenta el proceso



Figura 244. Cortar el diseño del juguete electrónico

Fuente: Autoría



Figura 245. Resultado del proceso de cortado

Fuente: Autoría

Una vez realizado este procedimiento se pasa a realizar los detalles de los bordes para obtener un resultado como el siguiente



Figura 246. Realización de los bordes con la máquina caladora

Fuente: Autoría

Una vez culminado este procedimiento en las dos tapas de la estructura del juguete. La tapa superior de la estructura debe tener un orificio para que todos los elementos electrónicos puedan ensamblarse adecuadamente de acuerdo a las necesidades del desarrollo del prototipo. A continuación el proceso:



Figura 247. Realización de orificios para los cables

Fuente: Autoría

Con el orificio realizado en la tapa superior de la estructura, se procede a realizar canaletas para el fácil ensamblaje de los cables del prototipo en los dos lados de la tapa inferior de la estructura:



Figura 248. Realización de canaletas en la tapa inferior de la estructura del juguete electrónico

Fuente: Autoría

Luego se procede a pegar las dos tapas, superior e inferior de la estructura



Figura 249. Pegado de las tapas superior e inferior de la estructura del juguete electrónico

Fuente: Autoría

Se realiza también dos orificios en la parte superior de la estructura, los cuales servirán como soporte para los dispositivos que emiten los sonidos de los subjugos del juguete electrónico.



Figura 250. Realización de orificios para los parlantes

Fuente: Autoría

El resultado final de la estructura en madera es el siguiente:



Figura 251. Tapa superior (izq.) e inferior (dere.) de la estructura del juguete electrónico

Fuente: Autoría

Para el ensamblaje de las baquelitas en la estructura se buscó la manera de colocar todas las placas sin que exista riesgo de corto circuito por la mala posición de cables, maltrato de los elementos electrónicos, fallas de enrutamiento por cortes en las pistas de las baquelitas por no colocar adecuadamente las mismas. Por esto se optó por encapsular a todas las baquelitas en una caja de madera, en la cual se encuentran empalmadas con tornillos a la caja de madera. Esta caja se colocó en la parte superior de la jirafa es decir en la cabeza, lugar en el cual no se ve afectado el rendimiento de los niños al realizar las pruebas. En la figura se muestra el resultado final



Figura 252. Vista posterior caja de baquelitas

Fuente: Autoría



Figura 253. Vista frontal caja de baquelitas

Fuente: Autoría

ANEXO 10. REALIZACIÓN DE LA LONA DE LA ESTRUCTURA DE LA JIRAFAS

Para el diseño de la figura de la jirafa del juguete electrónico se lo realizó con ayuda de un experto en Diseño Gráfico, además del programa Adobe Illustrator es la herramienta para editar el diseño de la jirafa del juguete electrónico, el experto en diseño gráfico se acopló a los requerimientos de las medidas según las características del diseño electrónico.

Adobe Illustrator

Es un programa de Adobe polivalente de dibujo vectorial y diseño de elementos gráficos que soportan cualquier tipo de dispositivo. El tipo de imagen que se va a generar es un Mapa de bits, lo que significa que es una imagen basada en una retícula ortogonal coloreada, cuya mínima expresión son los píxeles los cuales dan forma, color e intensidad a la imagen, sin embargo dependen de una resolución para que la imagen sea escalada y que tenga sentido a la hora de imprimirse. (Carretero, 2014)

En la figura se muestra a la pantalla de inicio y las herramientas disponibles para la edición de la imagen.

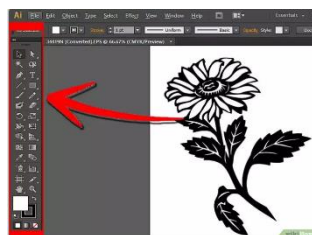


Figura 254. Pantalla de edición y herramientas de Adobe Illustrator
Fuente: Autoría

A continuación se puede ver la imagen editada en el programa, esta imagen esta lista para ser enviada al plotter.

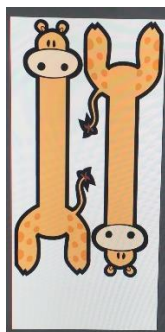


Figura 255. Figura de la jirafa editada en Adobe Illustrator

Fuente: Autoría

Una vez con la imagen editada se procede a imprimir en la lona mediante un Plotter, el experto en diseño gráfico se aseguró que la imagen impresa se acomodará a la estructura física de la jirafa. A continuación se puede observar el proceso de impresión



Figura 256. Impresión de la figura en la lona

Fuente: Autoría

La lona impresa se corta por los bordes de la figura y se procede a pegar en la estructura física con cola. El resultado de la lona en la estructura de madera de la jirafa es el siguiente:



Figura 257. Resultado final de la lona ensamblada en la estructura

Fuente: Autoría